

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-319871

(43)Date of publication of application : 16.11.2001

(51)Int.Cl.

H01L 21/027

G02B 5/00

G03F 1/08

G03F 7/20

(21)Application number : 2001-017797

(71)Applicant : NIKON CORP

(22)Date of filing : 26.01.2001

(72)Inventor : IRIE NOBUYUKI

(30)Priority

Priority number : 2000054962

Priority date : 29.02.2000

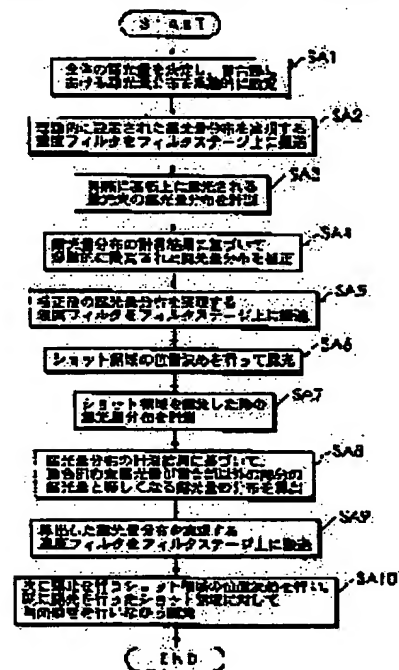
Priority country : JP

(54) EXPOSING METHOD, METHOD OF MANUFACTURING GRAY FILTER AND ALIGNER

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To equalize the exposure quantity on overlapped peripheries of shot regions to that on other regions than the overlapped parts in exposing the overlapped peripheries of the sot regions.

**SOLUTION:** The exposing method with the exposure quantity gradually decreasing on overlapped peripheries of a plurality of regions for transferring patterns respectively to the regions, comprises a step of exposing one shot region on a substrate through a density filter set so as to form a first specified distribution of the energy quantity over the peripheries (SA6), measuring the exposure quantity distribution over parts corresponding to the peripheries on the substrate (SA7), determining a second distribution where the exposure quantity on the peripheries is a target value based on the measured exposure quantity distribution (SA8), and exposing a shot region adjacent to the one shot region through a gray filter set so as to provide the second distribution (SA9, SA10).



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-319871

(P2001-319871A)

(43) 公開日 平成13年11月16日 (2001. 11. 16)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テ-マコード <sup>*</sup> (参考)
H 0 1 L 21/027		G 0 2 B 5/00	A
G 0 2 B 5/00		G 0 3 F 1/08	C
G 0 3 F 1/08		7/20	5 2 1
7/20	5 2 1	H 0 1 L 21/30	5 1 4 C
			5 1 5 D

審査請求 未請求 請求項の数47 O L (全 35 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-17797(P2001-17797)  
(22) 出願日 平成13年1月26日 (2001. 1. 26)  
(31) 優先権主張番号 特願2000-54962(P2000-54962)  
(32) 優先日 平成12年2月29日 (2000. 2. 29)  
(33) 優先権主張国 日本 (J P)

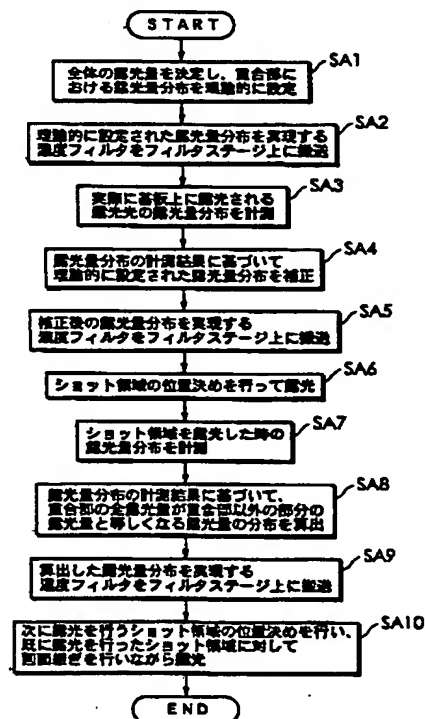
(71) 出願人 000004112  
株式会社ニコン  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号  
(72) 発明者 入江 信行  
東京都千代田区丸の内3丁目2番3号 株  
式会社ニコン内  
(74) 代理人 100097180  
弁理士 前田 均 (外2名)

(54) 【発明の名称】 露光方法、濃度フィルタの製造方法、及び露光装置

(57) 【要約】

【課題】 ショット領域の周辺部を部分的に重ね合わせて露光する場合に、該重合部の露光量と該重合部以外の部分の露光量とを一致させることである。

【解決手段】 基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写する際に、周辺部において露光量を徐々に減少させて露光を行う方法であって、周辺部でのエネルギー量が所定の第1分布となるように設定された濃度フィルタを介して基板の一のショット領域を露光する (S A 6) とともに、基板上で周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し (S A 7)、計測された露光量分布に基づいて周辺部での露光量が目標値となる第2分布を決定し (S A 8)、この第2分布となるように設定された濃度フィルタを介して該一のショット領域の隣のショット領域を露光する (S A 9, 10)。



**【特許請求の範囲】**

**【請求項 1】** 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記周辺部でのエネルギー量が所定の第 1 分布となるように設定された前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し、前記計測された露光量分布に基づいて、前記周辺部での露光量が目標値となる第 2 分布を決定することを特徴とする露光方法。

**【請求項 2】** 前記第 1 分布は、理論的に設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

**【請求項 3】** 前記第 1 分布は、前記設定装置を介して前記エネルギービームを検出して得られる、前記感応物体が配置される所定面上でのエネルギー量又はその積算値の分布に基づいて設定されることを特徴とする請求項 1 に記載の露光方法。

**【請求項 4】** 前記露光量分布を計測する光検出装置は遮光板に光検出部を設けて構成され、前記遮光板の表面の反射率を前記感応物体の表面の反射率とほぼ同一としたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の露光方法。

**【請求項 5】** 前記露光量分布を計測する光検出装置は遮光板に光検出部を設けて構成され、前記遮光板の大きさを前記エネルギービームの照射領域と同程度以上としたことを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の露光方法。

**【請求項 6】** 前記露光量分布を計測する光検出装置は遮光板に光検出部を設けて構成され、前記光検出部の検出値を、前記遮光板の表面の反射率が前記感応物体の表面の反射率と異なることにより生じる該光検出部の検出値の差異に相当する値に基づいて補正して、前記露光量分布を求めることを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の露光方法。

**【請求項 7】** 前記露光量分布を計測する光検出装置は遮光板に光検出部を設けて構成され、前記光検出部の検出値を、前記遮光板の大きさが前記エネルギービームの照射領域と異なることにより生じる前記光検出部の検出値の差異に相当する値に基づいて補正して、前記露光量分布を求めることを特徴とする請求項 3 に記載の露光方法。

**【請求項 8】** 前記エネルギービームで感応物体を多重露光して前記露光量分布を計測することを特徴とする請求項 1、2 又は 3 に記載の露光方法。

**【請求項 9】** 前記第 2 分布は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定されることを特徴とする請求項 1～8 のいずれか一項に記載の露光方法。

**【請求項 10】** 前記設定装置は、前記周辺部でのエネルギー量を前記第 1 分布に規定する前記エネルギービームの減衰部を有する濃度フィルタを含み、前記決定された第 2 分布に基づいて前記減衰部の減衰特性を調整し、前記調整された濃度フィルタを介して前記エネルギービームで前記複数の領域をそれぞれ露光することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一項に記載の露光方法。

**【請求項 11】** 前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を除々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、前記決定された第 2 分布に基づいて、前記周辺部が重ね合わされる第 1 重合部の幅を変化させることなく、転写すべきパターンが形成されたマスクに対する前記濃度フィルタの位置を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第 2 重合部の幅を変化させることにより、該第 1 重合部の露光量を調整することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一項に記載の露光方法。

**【請求項 12】** 前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を除々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、前記決定された第 2 分布に基づいて、前記周辺部が重ね合わされる第 1 重合部の幅を変化させることなく、前記濃度フィルタから転写すべきパターンが形成されたマスクに至る光学系の光学特性を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第 2 重合部の幅を変化させることにより、該第 1 重合部の露光量を調整することを特徴とする請求項 1～9 のいずれか一項に記載の露光方法。

**【請求項 13】** 前記濃度フィルタはその減衰特性が前記決定された第 2 分布に基づいて設定されることを特徴とする請求項 11 又は 12 に記載の露光方法。

**【請求項 14】** 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測する、光検出部及び遮光板を有する光検出装置の当該遮光板の表面の反射率を前記感応物体の表面の反射率とほぼ同一としたことを特徴とする露光方法。

**【請求項 15】** 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測する、光検出部及び遮光板を有する光検出装置の当該遮光板の大きさを前記エネルギービームの照射領域と同程度以上としたことを特徴とする露光方法。

**【請求項 16】** 前記計測された露光量分布と、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化とに基づいて

前記周辺部での露光量を設定することを特徴とする請求項14又は15に記載の露光方法。

【請求項17】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部及び遮光板を有する光検出装置で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の反射率と前記感応物体の反射率との差異に関する情報と前記検出結果とに基づいて、前記周辺部での露光量を設定することを特徴とする露光方法。

【請求項18】 前記反射率の差異に基づいて前記光検出部の検出値を補正して前記露光量分布を求めることを特徴とする請求項17に記載の露光方法。

【請求項19】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部及び遮光板を有する光検出装置で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の大きさと前記エネルギービームの照射領域との差異に関する情報と前記検出結果とに基づいて、前記周辺部での露光量を設定することを特徴とするようにした露光方法。

【請求項20】 前記遮光板の大きさと前記エネルギービームの照射領域との差異に基づいて前記光検出部の検出値を補正して前記露光量分布を求めることを特徴とする請求項19に記載の露光方法。

【請求項21】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記周辺部での露光量が所定の第1分布となるように設定された前記設定装置を介して前記エネルギービームでテスト用感応物体をテスト露光し、前記テスト用感応物体上に形成された前記周辺部が重ね合わされる重合部のパターンの像の形状を計測し、前記計測されたパターンの像の形状が目標値となるような第2分布を決定し、前記決定した第2分布となるように前記設定装置を設定して本露光することを特徴とする露光方法。

【請求項22】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量

を除々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、転写すべきパターンに対する前記濃度フィルタの位置を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項23】 前記第1重合部の幅を前記濃度フィルタの減衰部の幅よりも大きく設定したことを特徴とする請求項22に記載の露光方法。

【請求項24】 感応基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項25】 前記転写すべきパターンを重合部方向に拡大したパターンを用いることを特徴とする請求項22、23又は24に記載の露光方法。

【請求項26】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系の光学特性を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項27】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系の光学特性を変更して、該濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 28】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部の減衰特性がそれぞれ異なる複数の濃度フィルタを含み、前記濃度フィルタを交換することにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部の露光量を調整することを特徴とする露光方法。

【請求項 29】 前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を設定することを特徴とする請求項 17～20、22～28のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項 30】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光する方法において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化に基づいて前記周辺部の露光量を設定することを特徴とする露光方法。

【請求項 31】 転写用のパターンを拡大したパターンを複数の親パターンに分割し、感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれ親パターンの投影光学系による縮小像を転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービームで露光することを特徴とする請求項 1～30のいずれか一項に記載の露光方法。

【請求項 32】 請求項 1～31のいずれか一項に記載の露光方法を用いて製造されることを特徴とするフォトマスク。

【請求項 33】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを介して前記各領域をエネルギービームで露光する露光装置に用いられる当該濃度フィルタの製造方法であって、

前記周辺部での露光量が所定の第 1 分布となるように設定された減衰部を有するテスト用濃度フィルタを介して感応物体を前記エネルギービームで露光するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し、

前記計測された露光量分布に基づいて、前記周辺部での露光量が目標値となる第 2 分布を決定し、

前記決定した第 2 分布となるように前記減衰部を形成することを特徴とする濃度フィルタの製造方法。

【請求項 34】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを介して前記各領域をエネルギービームで露光

する露光装置に用いられる当該濃度フィルタの製造方法であって、

前記周辺部での露光量が所定の第 1 分布となるように設定された減衰部を有する濃度フィルタを介して前記エネルギービームでテスト用感応物体を露光し、

前記テスト用感応物体上に形成された前記周辺部が重ね合わされる重合部のパターンの像の形状を計測し、

前記計測されたパターンの像の形状が目標値となる第 2 分布を決定し、

10 前記決定した第 2 分布となるように前記減衰部を形成することを特徴とする濃度フィルタの製造方法。

【請求項 35】 前記濃度フィルタの減衰部の減衰特性は、該濃度フィルタを構成する透明基板の表面に形成される遮光ドットの密度分布を調整することにより設定されることを特徴とする請求項 33 又は 34 に記載の濃度フィルタの製造方法。

【請求項 36】 前記第 2 分布は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定されることを特徴とする請求項 33、34 又は 35 に記載の濃度フィルタの製造方法。

【請求項 37】 請求項 33～36 のいずれか一項に記載された製造方法を用いて製造されたことを特徴とする濃度フィルタを備える露光装置。

【請求項 38】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置の製造方法において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる濃度フィルタを介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し、

30 前記計測された露光量分布と前記濃度フィルタの減衰特性に関する情報とに基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される濃度フィルタを作製することを特徴とする露光装置の製造方法。

【請求項 39】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置の製造方法において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる濃度フィルタを介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記

40 感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部及び遮光板を有する光検出装置で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の反射率と前記感応物体の反射率との差異に関する情報と、

前記濃度フィルタの減衰特性に関する情報と、前記検出結果とに基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される

濃度フィルタを作製することを特徴とする露光装置の製造方法。

50 【請求項 40】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光



装置の製造方法において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる濃度フィルタを介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部及び遮光板を有する光検出装置で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の大きさと前記エネルギービームの照射領域の大きさとの差異に関する情報と、前記濃度フィルタの減衰特性に関する情報と、前記検出結果とに基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される濃度フィルタを作製することを特徴とする露光装置の製造方法。

【請求項 4 1】 前記露光量分布の目標値は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定されることを特徴とする請求項 3 8、3 9 又は 4 0 に記載の露光装置の製造方法。

【請求項 4 2】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置の製造方法において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させるために、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化に基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される濃度フィルタを作製することを特徴とする露光装置の製造方法。

【請求項 4 3】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、

前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記周辺部が重ね合わされる第 1 重合部の幅を変化させることなく、転写すべきパターンに対する前記濃度フィルタの位置を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第 2 重合部の幅を変化させることにより、該第 1 重合部の露光量を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 4 4】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、

前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 4 5】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる

複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、

前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記周辺部が重ね合わされる第 1 重合部の幅を変化させることなく、前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系の光学特性を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第 2 重合部の幅を変化させることにより、該第 1 重合部の露光量を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 4 6】 感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光する露光装置において、

前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、

前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部を有する濃度フィルタを含み、

前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系の光学特性を変更して、該濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整することを特徴とする露光装置。

【請求項 4 7】 前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を調整することを特徴とする請求項 4 3～4 6 のいずれか一項に記載の露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体集積回路、液晶表示素子、薄膜磁気ヘッド、その他のマイクロデバイス、又はフォトリソグラフィ技術を用いて製造する際に使用される露光方法及び露光装置並びに当該露光方法及び露光装置で用いられる濃度フィルタの製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】マイクロデバイスの製造工程の一つであるフォトリソグラフィ工程では、露光対象としての基板（フォトリソグが塗布された半導体ウエハやガラスプレート、又はブランクスと称される光透過性の基板等）にフォトリソグ又はレジストのパターンの像を投影露光する露光装置が使用される。近時においては、基板の大型化等に伴う露光領域の面積化に対応するため、基板の露光領域を複数の単位領域（以下、ショット又はショット領域という場合がある）に分割して、各ショットに対して対応するパターンの像を順次投影露光するように

したスティッチング型の露光装置が開発されている。

【0003】このような露光装置においては、投影光学系の収差、マスクや基板の位置決め誤差等により、各ショットの継ぎ目部分に不整合が生じることがあるため、一のショットについてのパターンの像の一部とこれに隣接する他のショットについてのパターン像の一部を重ね合わせて露光するようにしている。かかるパターン像の重合部においては、露光量が重合部以外の部分に対して大きくなるので、例えば、基板上に形成されたパターンの該重合部における線幅（ライン又はスペースの幅）がフォトリソの特性に応じて細く又は太くなる。

【0004】そこで、各ショットの重合部となる部分の露光量分布をその外側に行くに従って小さくなるように傾斜的に設定して、該重合部の露光量が2回の露光によって全体として、該重合部以外の部分の露光量と等しくなるようにして、かかる重合部における線幅変化を防止するようにしている。

【0005】ショットの重合部におけるかかる傾斜的な露光量分布を実現するための技術としては、レチクル自体の該重合部に対応する部分に透過光量を傾斜的に制限する減光部を形成するようにしたものがある。しかし、レチクル自体に減光部を形成するのは、レチクルの製造工数やコストが増大し、マイクロデバイス等の製造コストを上昇させる。

【0006】このため、ガラスプレートに上記と同様な減光部を形成してなる濃度フィルタを、レチクルのパターン形成面とほぼ共役な位置に設けるようにしたもの、あるいは、レチクルのパターン形成面とほぼ共役な位置に光路に対して進退可能な遮光板（ブラインド）を有するブラインド機構を設けて、基板に対する露光処理中に該遮光板を進出又は退去させることにより、かかる傾斜的な露光量分布を実現するようにしたものがある。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上述した従来の露光装置において、重合部の露光量と重合部以外の部分の露光量を等しくするために用いられる濃度フィルタは以下のように製造される。即ち、基板が載置されるステージ上に設けられた露光量を計測する露光量センサを用い、当該露光量センサを基板面内において移動させることにより重合部付近の露光量分布の計測を行う。そして、露光量センサの計測結果に基づいて重合部の露光量が重合部以外の部分の露光量と等しくなるよう濃度フィルタでの透過光量分布（即ち、減光部の透過率分布）の傾斜度を設計する。

【0008】このように設計された濃度フィルタを用いて重合部の露光量を傾斜的に制限してパターン像の一部を重ね合わせて露光すると、設計通りの露光量で露光が行われれば重合部の露光量と重合部以外の部分の露光

量とが一致し、重合部に形成されたパターンの線幅と重合部以外の部分に形成されたパターンの線幅は等しくなる。しかしながら、実際に露光を行ってみると、重合部におけるラインの幅は細くなり、スペースの幅は太くなる現象が生ずる。かかる現象は以下の原因により生ずるものと考えられる。

【0009】第1に、露光装置が備える投影光学系内における多重反射や、基板と投影光学系との間、基板とレチクルとの間、又はレチクルと基板との間における多重反射が原因で生ずるフレア（迷光）が考えられる。つまり、フレアが生じている場合、重合部以外の部分が受けるフレアの影響は一定であるが、重合部は複数回露光されるためフレアの影響を2回又は4回受けるため、重合部における露光量が重合部以外の部分の露光量よりも大となる。従って、結果として重合部の露光量が重合部以外の部分の露光量よりも大となるためラインの幅は細くなり、スペースの幅は太くなると考えられる。

【0010】第2に、基板上に塗布されるフォトリソは、一度露光されると露光された部分の光学的な透過率が高くなるという特性を有する。従って、重合部において2回又は4回の露光が行われると、フォトリソを透過して基板表面で反射される光の量が増加するため、結果として設計した露光量よりも多くの量で露光が行われることになる。よって、結果として重合部の露光量が重合部以外の部分の露光量よりも大となるためラインの幅は細くなり、スペースの幅は太くなると考えられる。

【0011】第3に、濃度フィルタの設計の誤差によるものが考えられる。前述したように、重合部の露光量と重合部以外の露光量とを同一にするために用いられる濃度フィルタは、上述したように露光量センサを用いて重合部付近の露光量分布を計測して露光量分布がその外側に行くに従って小さくなるように傾斜的に設定している。この露光量センサは、光電センサと当該光電センサの受光面上に設けられたスリット板を備えており、スリット板に形成されたスリットを透過した露光光のみを光電センサで計測することにより露光量を計測している。スリットは、一般的に石英基板にクロム（Cr）を蒸着したものにパターンニング処理を施して形成される。かかるスリットを用いた場合、露光光の計測時に露光光がスリット板で反射し、その反射光が投影光学系やレチクルで反射されることによりフレアが発生する。一般的に、露光光の波長域においては、フォトリソが塗布された基板表面の反射率よりもクロム表面の反射率が高いため、露光量センサを用いて露光量の空間分布を計測している場合に生ずるフレアの量は実際の露光時に生ずるフレアの量よりも大となる。従って、露光量センサでは実際の露光量よりも多くの量の露光光が計測され、この計測結果に基づいて濃度フィルタが作成される。このように作成された濃度フィルタは実際は重合部の露光量と



重合部以外の部分の露光量とを等しくするものではないので、かかる濃度フィルタを用いて露光を行った場合に、その結果重合部に形成される線幅と重合部以外の部分に形成される線幅とは異なったものになると考えられる。

【0012】また、重合部の線幅が重合部以外の部分の線幅と異なって形成される場合に、濃度フィルタの特性を変更するのではなく、レチクルに形成されたパターンのうち、重合部に相当する部分に形成されたパターンの線幅を調整したレチクルを用意して露光を行うことが行われていた。つまり、重合部と重合部以外の部分の線幅を等しくするために、濃度フィルタを含めた露光装置の構成を変えることなく、レチクルの該重合部に相当する部分のパターンの線幅を調整していた。しかしながら、この方法では、膨大なレチクルデータの中から該当するパターンの一部を選んで、その部分の線幅を微調整する必要があり、その作業は極めて煩雑である。なお、上記説明では重合部と重合部以外の部分とで、基板上に転写すべきパターンの線幅が等しいことを前提としているが、パターンの線幅が異なるときは、重合部と重合部以外

の部分との一方で線幅が設計値と一致しても、他方で線幅が設計値と異なることになり、上記と全く同様の問題が生じる。

【0013】よって、本発明の目的は、感応物体上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれパターンを転写する場合に、該周辺部が重ね合わされる重合部と該重合部以外の部分に形成されるパターンの線幅やピッチの均一性を向上させる、即ち重合部と重合部以外の部分とでそれぞれパターンの線幅やピッチを所定値とほぼ一致させ、各領域内ないしは複数の領域の全面でパターン

【0014】

【課題を解決するための手段】以下、この項に示す説明では、本発明を、実施形態を表す図面に示す参照符号に対応付けて説明するが、本発明の各構成要件は、これら参照符号を付した図面に示すものに限定されない。

【0015】本発明の第1の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置(Fj, BL)を介して前記各領域をエネルギービー

ム(IL)で露光する方法であって、前記周辺部でのエネルギー量が所定の第1分布となるように設定された前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し、前記計測された露光量分布に基づいて、前記周辺部での露光量が目標値となる第2分布を決定するようにした露光方法が提供される。

【0016】周辺部が部分的に重なる複数の領域を露光する場合に、第1の分布となるようなエネルギー量でエネルギービームを照射するとともに、このときの周辺部の露光量分布を計測し、実際に計測して得られた露光量分布に基づいて周辺部での露光量が目標値となる第2分布を決定するようにしているので、露光時にフレアー等の影響があったとしても、該周辺部が重ね合わされる重合部と該重合部以外の部分の露光量をほぼ等しくすることができる。従って、例えば重合部と重合部以外の部分とで線幅やピッチが等しいパターンを転写するとき、重合部に形成されるパターンと重合部以外の部分に形成されるパターンとで線幅やピッチの均一性を向上することができ、その結果微細なパターンを精度よく形成することができる。

【0017】この場合において、前記第1分布を、前記設定装置(Fj, BL)を介して前記エネルギービーム(IL)を検出して得られる、前記感応物体(4)が配置される所定面上でのエネルギー量又はその積算値の分布に基づいて設定してもよい。また、前記第1分布を、理論的に設定するようにしてもよい。ここで、理論的に設定するとは、該第1分布を、例えば、傾斜直線的な減衰率分布となるように幾何学的に設定することをいい、そのような幾何学的に設定した分布を既知の光学特性に基づいて補正したものも含まれる。例えば、エネルギービームをパターンに照射する照明系の光学特性(ディストーション、像面湾曲など)、あるいは設定装置が濃度フィルタを有し、その減衰部(ドットなどで構成される)から照明系の開口数(NA)を越える回折光が発生することによる誤差を補正することなどがある。

【0018】前記第1分布が前記感応物体(4)が配置される所定面上でのエネルギー量又はその積算値の分布に基づいて設定される場合において、前記露光量分布を計測する光検出装置(126)が遮光板(55)に光検出部(56)を設けて構成されている場合、前記遮光板の表面の反射率を前記感応物体の表面の反射率とほぼ同一となるように設定するとよい。また、前記遮光板(55)の大きさを前記エネルギービーム(IL)の照射領域と同程度以上となるように設定するとよい。このようにすることにより、エネルギー量又はその積算値の分布を計測する際に、遮光板の反射の影響を無くし、実際に感応物体が露光されている状態に近い状態でエネルギー量又はその積算値の分布を計測することができるため、より高い精度で重合部の露光量を重合部以外の露光量と

等しくすることができる。

【0019】なお、本願明細書中における光検出装置の光検出部は、少なくとも受光面を含んでいればよい。具体的には、例えば、光検出部を基板移動用の基板ステージ上に設ける場合、該基板ステージ上に光検出部の全ての構成部分を設けてもよいが、該基板ステージ上には光検出部の構成部分のうち、少なくとも受光面のみを設けて、その余の部分は該基板ステージ外に設けるようにしてもよい。

【0020】また、前記第1分布が前記感応物体(4)が配置される所定面上でのエネルギー量又はその積算値の分布に基づいて設定される場合において、前記露光量分布を計測する光検出装置(126)が遮光板(55)に光検出部(56)を設けて構成されている場合、前記光検出部の検出値を、前記遮光板の表面の反射率が前記感応物体の表面の反射率と異なることにより生じ、及び/又は前記遮光板の大きさが前記エネルギービーム(IL)の照射領域と異なることにより生じる、該光検出部の検出値の差異に相当する値に基づいて補正して、前記露光量分布を求めるようにするとよい。これによれば、露光量分布を求める際に反射率及び/又は遮光板の大きさの差異を考慮して補正しているため、遮光板の反射率や大きさを感応物体と等しくすることができなくとも、より高い精度で重合部の露光量を重合部以外の露光量と等しくすることができる。

【0021】前記第2分布は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するとよい。多重露光によるその光学特性の変化とは、例えば露光による基板上のレジストの透過率変動などである(以下同じ)。また、前記設定装置は、前記周辺部でのエネルギー量を前記第1分布に規定する前記エネルギービーム(IL)の減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含み、前記決定された第2分布に基づいて前記減衰部の減衰特性を調整し、前記調整された濃度フィルタを介して前記エネルギービームで前記複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれ露光するようにできる。減衰特性の調整は、例えば濃度フィルタの交換、液晶素子などによる透過率分布の変更、及び濃度フィルタの再加工などにより行われる。

【0022】また、上記露光方法において、前記エネルギービーム(IL)で感応物体(4)を多重露光して前記露光量分布を計測するようにしてもよい。この場合における当該感応物体には、パターンが転写される「前記感応物体」と同一及びこれとは別の感応物体が含まれる。また、この場合における露光量分布の計測とは、露光のみで露光量分布を計測すること、及び照度むらセンサによる露光量分布の計測に加えて、多重露光によるレジストの透過率変動などに起因した露光量の誤差を補償することをいずれも含むものとする。

【0023】前記設定装置としては、前記エネルギービ

ーム(IL)のエネルギー量を除々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含むものを用いることができる。この場合には、前記決定された第2分布に基づいて、前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、転写すべきパターンが形成されたマスクに対する前記濃度フィルタの位置を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整するようにできる。前記第1重合部の露光量の調整は、濃度フィルタの交換などを行うことなくその位置の変更だけで行う場合、及び濃度フィルタの交換などと、その位置の変更の両方を用いて行う場合が含まれる。前記露光量の調整を、濃度フィルタの交換などと、その位置の変更の両方を用いて行う場合には、前記濃度フィルタとしてその減衰特性が前記決定された第2分布に基づいて設定されたものを用いるようにできる。一例として、エネルギービームを光電検出して得られる露光量分布に基づいて濃度フィルタの減衰特性を設定し、この濃度フィルタを用いても残存する露光量の誤差(例えば、多重露光によるレジストの光学特性の変動などに起因して生じる)を濃度フィルタの位置変更で相殺してもよい。また、前記濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整することができる。この場合において、前記転写すべきパターンを重合部方向(つなぎ方向)に拡大したパターンを用いることができる。このようにすることにより、マスクと濃度フィルタの相対位置を変更するだけで重合部の露光量を容易に調整することができる。また、単にマスクと濃度フィルタの相対位置を変更するだけであるので処理に時間を必要とせず、その結果スループットを向上できる。

【0024】また、前記設定装置として、前記エネルギービーム(IL)のエネルギー量を除々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含むものを用いた場合には、前記決定された第2分布に基づいて、前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、前記濃度フィルタから転写すべきパターンが形成されたマスクに至る光学系の光学特性(例えば、倍率)を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整するようにできる。前記第1重合部の露光量の調整は、濃度フィルタの交換などを行うことなく光学系の光学特性の変更だけで行う場合、及び濃度フィルタの交換などと、光学系の光学特性の変更の両方を用いて行う場合が含まれる。前記露光量の調整を、濃度フィルタ(Fj)の交換などと、光学系の光学特性の変更の両方を用いて行う場合には、前記濃度フィルタとしてその減衰特性が前記決定された第2分布に基づいて設定されたものを用いるようにできる。一例として、エネ

ルギービームを光電検出して得られる露光量分布に基づいて濃度フィルタの減衰特性を設定し、この濃度フィルタを用いても残存する露光量の誤差（例えば、多重露光によるレジストの光学特性の変動などに起因して生じる）を濃度フィルタの位置変更で相殺してもよい。

【0025】また、前記濃度フィルタ（Fj）から転写すべきパターンに至る光学系（113, 114, 116）の光学特性（例えば、倍率）を変更して、該濃度フィルタによって規定される前記エネルギービーム（IL）の分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整するようである。このようにすることにより、光学系の倍率を変更するだけで重合部の露光量を容易に調整することができ、更に光学系の調整（倍率変更など）に時間を必要としないためスループットを向上できる。

【0026】尚、本願明細書中において、「濃度フィルタの減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させる」という記載における当該「減衰部の像」とは、露光光の光路上に介在する遮光物（例えば、ブラインドやマスクの遮光帯等）がないとした場合における減衰部の像の意味である。

【0027】本発明の第2の側面によると、感応物体（4）上で周辺部が部分的に重なる複数の領域（S1, S2, S3, ..., SN）にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置（Fj, BL）を介して前記各領域をエネルギービーム（IL）で露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測する、光検出部（56）及び遮光板（55）を有する光検出装置（126）の当該遮光板の表面の反射率を前記感応物体の表面の反射率とほぼ同一とした露光方法が提供される。この場合において、前記計測された露光量分布と、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化とに基づいて前記周辺部での露光量を設定するようである。

【0028】本発明の第3側面によると、感応物体（4）上で周辺部が部分的に重なる複数の領域（S1, S2, S3, ..., SN）にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置（Fj, BL）を介して前記各領域をエネルギービーム（IL）で露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測する、光検出部（56）及び遮光板（55）を有する光検出装置（126）の当該遮光板の大きさを前記エネルギービームの照射領域と同程度以上とした露光方法が提供される。この場合において、前記計測された露光量分布と、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化とに基づいて前記周辺部での露光量を設定するようである。

【0029】本発明の第4側面によると、感応物体（4）上で周辺部が部分的に重なる複数の領域（S1, S2, S3, ..., SN）にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置（Fj, BL）を介して前記各領域をエネルギービーム（IL）で露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部（56）及び遮光板（55）を有する光検出装置（126）で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の反射率と前記感応物体の反射率との差異に関する情報と前記検出結果とに基づいて、前記周辺部での露光量を設定するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記反射率の差異に基づいて前記光検出部の検出値を補正して前記露光量分布を求めるようである。このとき、周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して露光量を設定することが望ましい。

【0030】本発明の第5の側面によると、感応物体（4）上で周辺部が部分的に重なる複数の領域（S1, S2, S3, ..., SN）にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置（Fj, BL）を介して前記各領域をエネルギービーム（IL）で露光する方法であって、前記設定装置を介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部（56）及び遮光板（55）を有する光検出装置（126）で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の大きさと前記エネルギービームの照射領域との差異に関する情報と前記検出結果とに基づいて、前記周辺部での露光量を設定するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記遮光板の大きさと前記エネルギービームの照射領域との差異に基づいて前記光検出部の検出値を補正して前記露光量分布を求めるようである。このとき、周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して露光量を設定することが望ましい。

【0031】本発明の第6の側面によれば、感応物体（4）上で周辺部が部分的に重なる複数の領域（S1, S2, S3, ..., SN）にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を除々に減少させる設定装置（Fj, BL）を介して前記各領域をエネルギービーム（IL）で露光する方法であって、前記周辺部での露光量が所定の第1分布となるように設定された前記設定装置を介して前記エネルギービームでテスト用感応物体をテスト露光し、前記テスト用感応物体上に形成された前記周辺部が重ね合わされる重合部のパターンの像の形状を計測し、前記計測されたパターンの像の形状が目標値となるような第2分布を決定し、前記決定した第2分布となるように前記設定装置を設定して本露光するよう

にした露光方法が提供される。

【0032】本発明の第7の側面によれば、感応物体

(4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域 (S1, S2, S3, ..., SN) にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービーム (IL) で露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部 (123) を有する濃度フィルタ (Fj) を含み、前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、転写すべきパターンに対する前記濃度フィルタの位置を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記転写すべきパターンを重合部方向に拡大したパターンを用いることができる。また、前記第1重合部の幅を前記濃度フィルタの減衰部の幅よりも大きく設定することができる。さらに、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を設定することができる。

【0033】本発明の第8の側面によると、感応基板

(4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域 (S1, S2, S3, ..., SN) にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービーム (IL) で露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部 (123) を有する濃度フィルタ (Fj) を含み、前記濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記転写すべきパターンを重合部方向に拡大したパターンを用いることができる。また、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を設定することができる。

【0034】本発明の第9の側面によると、感応物体

(4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域 (S1, S2, S3, ..., SN) にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービーム (IL) で露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部 (123) を有する濃度フィルタ (Fj) を含み、前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系の光学特性 (例えば、倍率) を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記周辺部

の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を設定することができる。

【0035】本発明の第10の側面によると、感応物体

(4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域 (S1, S2, S3, ..., SN) にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービーム (IL) で露光する方法であって、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部 (123) を有する濃度フィルタ (Fj) を含み、前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系 (113, 114, 116) の光学特性 (例えば、倍率) を変更して、該濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を設定することができる。

【0036】本発明の第11の側面によると、感応物体

(4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域 (S1, S2, S3, ..., SN) にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を介して前記各領域をエネルギービーム (IL) のエネルギー量を徐々に減少させる減衰部 (123) の減衰特性がそれぞれ異なる複数の濃度フィルタ (Fj) を含み、前記濃度フィルタを交換することにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部の露光量を調整するようにした露光方法が提供される。この場合において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を設定することができる。

【0037】本発明の第12の側面によると、感応物体

(4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域 (S1, S2, S3, ..., SN) にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置 (Fj, BL) を介して前記各領域をエネルギービーム (IL) で露光する方法において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化に基づいて前記周辺部の露光量を設定するようにした露光方法が提供される。

【0038】前記第1～第12の側面による露光方法において、転写用のパターンを拡大したパターン (Pi) を複数の親パターン (P1～PN) に分割し、感応物体 (4) 上で周辺部が部分的に重なる複数の領域にそれぞれ親パターンの投影光学系 (3) による縮小像を転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置 (Fj, BL) を介して前記各領域 (S1, S2, S3, ..., SN) をエネルギービーム (IL) で露光するようにできる。



【0039】本発明の第13の側面によると、前記第1～第12の側面による露光方法を用いて製造されたフォトマスクが提供される。重合部の露光量が高い精度で調整されているため、例えば重合部と重合部以外の部分とで線幅が等しいパターンを形成するとき、重合部に形成されるパターンの線幅と重合部以外の部分に形成されるパターンの線幅との差異が少なくなり、極めて精緻な大面積のフォトマスクを製造することができる。

【0040】本発明の第14の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を介して前記各領域をエネルギービーム(IL)で露光する露光装置に用いられる当該濃度フィルタの製造方法であって、前記周辺部での露光量が所定の第1分布となるように設定された減衰部を有するテスト用濃度フィルタを介して感応物体を前記エネルギービームで露光するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し、前記計測された露光量分布に基づいて、前記周辺部での露光量が目標値となる第2分布を決定し、前記決定した第2分布となるように前記減衰部を形成するようにした濃度フィルタの製造方法が提供される。この場合において、前記濃度フィルタの減衰部の減衰特性を、該濃度フィルタを構成する透明基板の表面に形成される遮光ドットの密度分布を調整することにより設定するようにできる。また、前記第2分布は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するようにできる。

【0041】また、本発明の第15の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)にそれぞれパターンを転写するために、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を介して前記各領域をエネルギービーム(IL)で露光する露光装置に用いられる当該濃度フィルタの製造方法であって、前記周辺部での露光量が所定の第1分布となるように設定された減衰部を有する濃度フィルタを介して前記エネルギービームでテスト用感応物体を露光し、前記テスト用感応物体上に形成された前記周辺部が重ね合わされる重合部のパターンの像の形状を計測し、前記計測されたパターンの像の形状が目標値となる第2分布を決定し、前記決定した第2分布となるように前記減衰部を形成するようにした濃度フィルタの製造方法が提供される。この場合において、前記濃度フィルタの減衰部の減衰特性を、該濃度フィルタを構成する透明基板の表面に形成される遮光ドットの密度分布を調整することにより設定するようにできる。また、前記第2分布は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するようにできる。

【0042】本発明の第16の側面によると、前記本発明の第14の側面又は第15の側面による濃度フィルタの製造方法を用いて製造された濃度フィルタを備える露光装置が提供される。

【0043】本発明の第17の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置の製造方法において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる濃度フィルタ(Fj)を介して前記エネルギービームを照射し、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布を計測し、前記計測された露光量分布と前記濃度フィルタの減衰特性に関する情報とに基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される濃度フィルタを作製するようにした露光装置の製造方法が提供される。この場合において、前者の濃度フィルタ(エネルギービームが照射された濃度フィルタ)と後者の濃度フィルタ(作製される濃度フィルタ)とは、同一でも異なってもよい。また、前記露光量分布の目標値は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するようにできる。

【0044】本発明の第18の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置の製造方法において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる濃度フィルタ(Fj)を介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部(56)及び遮光板(55)を有する光検出装置(126)で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の反射率と前記感応物体の反射率との差異に関する情報と、前記濃度フィルタの減衰特性に関する情報と、前記検出結果とに基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される濃度フィルタを作製するようにした露光装置の製造方法。この場合において、前記露光量分布の目標値は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するようにできる。

【0045】本発明の第19の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置の製造方法において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる濃度フィルタ(Fj)を介して前記エネルギービームを照射するとともに、前記感応物体上で前記周辺部に対応する部分での露光量分布の計測に用いられる光検出部(56)及び遮光板(55)を有する光検出装置(126)で前記エネルギービームを検出し、前記遮光板の大きさと前記エネルギービームの照射領域の大きさとの差異に関する情報

と、前記濃度フィルタの減衰特性に関する情報と、前記検出結果とに基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部が形成される濃度フィルタを作製するようにした露光装置の製造方法が提供される。この場合において、前記露光量分布の目標値は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するようにできる。

【0046】本発明の第20の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置の製造方法において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させるために、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化に基づいて、前記周辺部で露光量分布が目標値となるように前記エネルギービームの減衰部(123)が形成される濃度フィルタ(Fj)を作製するようにした露光装置の製造方法が提供される。この場合において、前記露光量分布の目標値は、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して決定するようにできる。

【0047】本発明の第21の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含み、前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、転写すべきパターンに対する前記濃度フィルタの位置を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整するようにした露光装置が提供される。この場合において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を調整するようにできる。

【0048】本発明の第22の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含み、前記濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整するようにした露光装置が提供されされる。この場合において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を調整するようにできる。

【0049】本発明の第23の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1,

S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含み、前記周辺部が重ね合わされる第1重合部の幅を変化させることなく、前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系の光学特性(例えば、倍率)を変更して、前記減衰部の像が重ね合わされる第2重合部の幅を変化させることにより、該第1重合部の露光量を調整するようにした露光装置が提供される。この場合において、前記周辺部の多重露光によるその光学特性の変化をも考慮して前記周辺部での露光量を調整するようにできる。

【0050】本発明の第24の側面によると、感応物体(4)上で周辺部が部分的に重なる複数の領域(S1, S2, S3, ..., SN)をそれぞれエネルギービーム(IL)で露光する露光装置において、前記周辺部で露光量を徐々に減少させる設定装置を備え、前記設定装置は、前記エネルギービームのエネルギー量を徐々に減少させる減衰部(123)を有する濃度フィルタ(Fj)を含み、前記濃度フィルタから転写すべきパターンに至る光学系(113, 114, 116)の光学特性(例えば、倍率)を変更して、該濃度フィルタによって規定される前記エネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、前記周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整するようにした露光装置が提供される。

【0051】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施形態を説明する。図1は、本発明の実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図であり、この露光装置は、ステップ・アンド・リピート方式のステッチング型投影露光装置である。尚、以下の説明においては、図1中に示されたXYZ直交座標系を設定し、このXYZ直交座標系を参照しつつ各部材の位置関係について説明する。XYZ直交座標系は、X軸及びZ軸が紙面に対して平行となるよう設定され、Y軸が紙面に対して垂直となる方向に設定されている。図中のXYZ座標系は、実際にはXY平面が水平面に平行な面に設定され、Z軸が鉛直上方向に設定される。

【0052】図1において、光源100からの光(ここでは、ArFエキシマレーザとする)としての紫外パルス光IL(以下、露光光ILと称する)は、照明光学系1との間で光路を位置的にマッチングさせるための可動ミラー等を含むビームマッチングユニット(BMU)101を通り、パイプ102を介して光アッテネータとしての可変減光器103に入射する。

【0053】主制御系9は基板4上のレジストに対する露光量を制御するため、光源100との間で通信するこ



とにより、発光の開始及び停止、発振周波数、及びパルスエネルギーで定まる出力を制御するとともに、可変減光器 103 における露光光 I L に対する減光率を段階的又は連続的に調整する。

【0054】可変減光器 103 を通った露光光 I L は、所定の光軸に沿って配置されるレンズ系 104、105 よりなるビーム整形光学系を経て、オプティカル・インテグレータ（ロットインテグレータ、又はフライアイレンズ等であって、同図ではフライアイレンズ）106 に入射する。尚、フライアイレンズ 106 は、照度分布均一性を高めるために、直列に 2 段配置してもよい。

【0055】フライアイレンズ 106 の射出面には開口絞り系 107 が配置されている。開口絞り系 107 には、通常照明用の円形の開口絞り、複数の偏心した小開口よりなる変形照明用の開口絞り、輪帯照明用の開口絞り等が切り換え自在に配置されている。フライアイレンズ 106 から出射されて開口絞り系 107 の所定の開口絞りを通過した露光光 I L は、透過率が高く反射率が低いビームスプリッタ 108 に入射する。ビームスプリッタ 108 で反射された光は光電検出器よりなるインテグレータセンサ 109 に入射し、インテグレータセンサ 109 の検出信号は不図示の信号線を介して主制御系 9 に供給される。

【0056】ビームスプリッタ 108 の透過率及び反射率は予め高精度に計測されて、主制御系 9 内のメモリに記憶されており、主制御系 9 は、インテグレータセンサ 109 の検出信号より間接的に投影光学系 3 に対する露光光 I L の入射光量をモニタできるように構成されている。

【0057】ビームスプリッタ 108 を透過した露光光 I L は、レチクルブラインド機構 110 に入射する。レチクルブラインド機構 110 は、4 枚の可動式のブラインド（遮光板）111（A～D）及びその駆動機構を備えて構成されている。これら 4 枚のブラインド 111 をそれぞれ適宜な位置に設定することにより、投影光学系 3 の視野内の略中央で矩形状の照明視野領域が形成される。

【0058】レチクルブラインド機構 110 のブラインド 111 により矩形状に整形された露光光 I L は、フィルタステージ F S 上に載置された濃度フィルタ F j に入射する。濃度フィルタ F j（ここでは、F1～F9 の 9 枚とする）は、基本的に図 2A に示されているような構成である。図 2A は、濃度フィルタ F j の構成の一例を示す上面図である。この濃度フィルタ F j は、例えば石英ガラス、またはフッ素がドーパされた石英ガラスなどのような光透過性の基板上に、クロム等の遮光性材料を蒸着した遮光部 121 と、該遮光性材料を蒸着しない透光部 122 と、該遮光性材料をその存在確率を変化させながら蒸着した減光部（減衰部）123 とを有している。減光部 123 は、ドット状に遮光性材料を蒸着した

もので、ドットサイズは、濃度フィルタ F j を図 1 に示した位置に設置している状態で、本例では濃度フィルタ F j とマスターレチクル R i との間に配置される複数の光学素子（112～116）を有する光学系の解像限界以下となるものである。そのドットは、内側（透光部 122 側）から外側（遮光部 121 側）に行くに従って傾斜直線的に減光率が高くなるようにその存在確率を増大させて形成されている。但し、そのドットは、内側から外側に行くに従って曲線的に減光率が高くなるようにその存在確率を増大させて形成されていてもよい。

【0059】尚、ドット配置方法は、同一透過率部でドットを同一ピッチ P で配置するよりも、P に対して、ガウス分布をもつ乱数 R を各ドット毎に発生させたものを加えた P+R で配置するのがよい。その理由は、ドット配置によって回折光が発生し、場合によっては照明系の開口数（NA）を超えて感光基板まで光が届かない現象が起き、設計透過率からの誤差が大きくなるためである。

【0060】また、ドットサイズは全て同一サイズが望ましい。その理由は、複数種のドットサイズを使用していると、前述の回折による設計透過率からの誤差が発生した場合に、その誤差が複雑、即ち透過率補正が複雑になるからである。

【0061】ところで、濃度フィルタの描画は、ドット形状誤差を小さくするため高加速 EB 描画機で描画するのが望ましく、またドット形状は、プロセスによる形状誤差が測定しやすい長方形（正方形）が望ましい。形状誤差がある場合は、その誤差量が計測可能であれば透過率補正がしやすい利点がある。

【0062】遮光部 121 には、複数のアライメント用のマーク 124A、124B、124C、124D が形成されている。これらのマーク 124A、124B、124C、124D は、図 2A に示されているように、濃度フィルタ F j の遮光部 121 の一部を除去して、矩形状あるいはその他の形状の開口（光透過部）124A、124B、124C、124D を形成して、該マークとすることができる。また、図 2B に示したマークを用いることもできる。図 2B は濃度フィルタ F j に形成されるマークの一例を示す上面図である。図 2B では、複数のスリット状の開口からなるスリットマーク 125 を採用している。このスリットマーク 125 は、X 方向及び Y 方向の位置を計測するために、Y 方向に形成されたスリットを X 方向に配列したマーク要素と、X 方向に形成されたスリットを Y 方向に配列したマーク要素とを組み合わせたものである。濃度フィルタ F j の位置及び投影倍率は、マーク 124A、124B、124C、124D の位置情報を計測した結果に基づいて調整される。また、濃度フィルタ F j の Z 方向の位置及び Z 方向チルト量については、例えば試料台 5 に少なくとも一部が設けられ、濃度フィルタ F j のマークを撮像素子で検出する

装置などを用い、濃度フィルタF<sub>j</sub>を光軸方向に移動して複数Z位置でマーク124A、124B、124C、124D又はマーク125を計測し、信号強度又は信号コントラストが最大となるZ位置をベストフォーカスとし、このベストフォーカス位置（投影光学系3の物体面または像面、即ちマスターレチクルR<sub>i</sub>のパターン形成面または基板4の表面と共役な位置）に濃度フィルタF<sub>j</sub>を配置してもよいが、本例ではそのベストフォーカス位置からある一定量デフォーカスした位置に濃度フィルタは設置されている。

【0063】尚、濃度フィルタに設けるマークの数は4つに限られるものではなく、濃度フィルタの設定精度などに応じて少なくとも1つを設けておけばよい。さらに、本例では照明光学系の光軸と中心がほぼ一致するように濃度フィルタが配置され、その中心（光軸）に関して対称に4つのマークを設けるものとしたが、濃度フィルタに複数のマークを設けるときはその中心に関して点対称とならないようにその複数のマークを配置する、あるいはその複数のマークは点対称に配置し、別に認識パターンを形成することが望ましい。これは、照明光学系内に濃度フィルタを配置してエネルギー分布を計測した後、その濃度フィルタを取り出してその修正を加えて再設定するとき、結果として照明光学系の光学特性（ディストーションなど）を考慮して濃度フィルタの修正が行われているため、その濃度フィルタが回転して再設定されると、その修正が意味をなさなくなるためであり、元の状態で濃度フィルタを再設定可能とするためである。

【0064】本実施形態においては、フィルタステージFSの側方に棚状のフィルタライブラリ16aが配置され、このフィルタライブラリ16aはZ方向に順次配列されたL（Lは自然数）個の支持板17aを有し、支持板17aに濃度フィルタF<sub>1</sub>、…、F<sub>L</sub>が載置されている。フィルタライブラリ16aは、スライド装置18aによってZ方向に移動自在に支持されており、フィルタステージFSとフィルタライブラリ16aとの間に、回転自在でZ方向に所定範囲で移動できるアームを備えたローダ19aが配置されている。主制御系9がスライド装置18aを介してフィルタライブラリ16aのZ方向の位置を調整した後、ローダ19aの動作を制御して、フィルタライブラリ16a中の所望の支持板17aとフィルタステージFSとの間で、所望の濃度フィルタF<sub>1</sub>～F<sub>L</sub>を受け渡しできるように構成されている。

【0065】濃度フィルタF<sub>j</sub>の遮光部121、透光部122、及び減光部123は、フィルタステージFSに保持された状態で、マスターレチクルR<sub>i</sub>のパターン形成面に対して共役な面と当該濃度フィルタF<sub>j</sub>との光軸に沿う方向の距離（寸法）に応じて、該パターン形成面上で適正な形状となるように予め補正されて形成されている。尚、本例では濃度フィルタF<sub>j</sub>がその共役面から離れて配置される、即ちマスターレチクルR<sub>i</sub>のパター

ン形成面上で減光部123内のドットがデフォーカス像となるので、その共役面との距離（間隔）によってはドットサイズを前述の解像限界以下としなくてもよい。さらに、濃度フィルタF<sub>j</sub>をその共役面から離して配置する代わり、あるいはそれと組み合わせ、マスターレチクルR<sub>i</sub>のパターン形成面上で減光部123内のドットの像を不鮮明にする構成（例えば、濃度フィルタF<sub>j</sub>とマスターレチクルR<sub>i</sub>との間に配置される拡散板を微動可能とする）を採用してもよく、この場合にもドットサイズを前述の解像限界以下としなくてもよい。また、詳細は後述するが、マスターレチクルR<sub>i</sub>は複数のマスターレチクルR<sub>1</sub>～R<sub>N</sub>の何れかであり、それぞれ図6の親パターン36を分割した親パターンP<sub>1</sub>～P<sub>N</sub>が形成されたレチクルである。

【0066】本実施形態では、濃度フィルタF<sub>j</sub>は、図3A～図3Iに示されているように、F<sub>1</sub>～F<sub>9</sub>の9枚が設けられている。図3A～図3Iは、本発明の実施形態による露光装置が備える濃度フィルタの構成を示す図である。これらは、相互に減光部123の形状又は位置が異なり、露光処理を行うべきショットの4辺について、隣接するショット間でパターンの像が重ね合わされる部分である重合部（以下、画面継ぎ部ともいう）が有るか否かに応じて選択的に使用される。

【0067】即ち、ショット配列がp（行）×q（列）の行列である場合、ショット（1，1）については図3Aの濃度フィルタが、ショット（1，2～q-1）については図3Bの濃度フィルタが、ショット（1，q）については図3Cの濃度フィルタが、ショット（2～p-1，1）については図3Dの濃度フィルタが、ショット（2～p-1，2～q-1）については図3Eの濃度フィルタが、ショット（2～p-1，q）については図3Fの濃度フィルタが、ショット（p，1）については図3Gの濃度フィルタが、ショット（p，2～q-1）については図3Hの濃度フィルタが、ショット（p，q）については図3Iの濃度フィルタが使用される。

【0068】尚、濃度フィルタF<sub>j</sub>としては、上述のような9種類に限定されることはなく、ショット形状やショット配列に応じて、その他の形状の減光部123を有するものを採用することができる。濃度フィルタF<sub>j</sub>はマスターレチクルR<sub>i</sub>と1対1に対応していてもよいが、同一の濃度フィルタF<sub>j</sub>を用いて複数のマスターレチクルR<sub>i</sub>について露光処理を行うようにした方が、濃度フィルタF<sub>j</sub>の数を削減することができ、高効率である。

【0069】濃度フィルタF<sub>j</sub>を90度又は180度回転させて使用できるようにすれば、例えば、図3A、図3B及び図3Eの3種類の濃度フィルタF<sub>j</sub>を準備すれば、その余の濃度フィルタは不要となり効率的である。さらには、濃度フィルタF<sub>j</sub>は図3Eに示すもの1種類とし、レチクルブラインド機構110の4枚のブライ

ド111の位置を選択的に設定して、また、マスターレチクルR<sub>i</sub>の遮光帯を利用して、減光部123の4辺のうちの一又は複数を対応するブラインド111で遮蔽するようすれば、単一の濃度フィルタで、図3A～図3Iに示したような濃度フィルタ、その他の濃度フィルタの機能を実現することができ、高効率である。

【0070】また、濃度フィルタF<sub>j</sub>としては、上述のようなガラス基板上にクロム等の遮光性材料で減光部や遮光部を形成したもののみならず、液晶素子等を用いて遮光部や減光部の位置、減光部の減光特性を必要に応じて変更できるようにしたものを用いることもでき、この場合には、濃度フィルタを複数準備する必要がなくなるとともに、製造するワーキングレチクル（マイクロデバイス）の仕様上の各種の要請に柔軟に対応することができ、高効率である。

【0071】フィルタステージFSは、保持している濃度フィルタF<sub>j</sub>をXY平面内で回転方向及び並進方向に微動又は移動する。不図示のレーザ干渉計によって、フィルタステージFSのX座標、Y座標、及び回転角が計測され、この計測値、及び主制御系9からの制御情報によってフィルタステージFSの動作が制御される。尚、以上説明した濃度フィルタF<sub>j</sub>の減光部123の設定方法及び濃度フィルタF<sub>j</sub>の製造方法の詳細については後述する。

【0072】濃度フィルタF<sub>j</sub>を通過した露光光ILは、反射ミラー112及びコンデンサレンズ系113、結像用レンズ系114、反射ミラー115、及び主コンデンサレンズ系116を介して、マスターレチクルR<sub>i</sub>の回路パターン領域上でブラインド111の矩形状の開口部と相似な照明領域を一樣な強度分布で照射する。即ち、ブラインド111の開口部の配置面は、コンデンサレンズ系113、結像用レンズ系114、及び主コンデンサレンズ系116との合成系によってマスターレチクルR<sub>i</sub>のパターン形成面とほぼ共役となっている。

【0073】照明光学系1から出射された露光光ILにより、レチクルステージ2に保持されたマスターレチクルR<sub>i</sub>が照明される。レチクルステージ2には、i番目（i=1～N）のマスターレチクルR<sub>i</sub>が保持されている。

【0074】本実施形態においては、レチクルステージ2の側方に棚状のレチクルライブラリ16bが配置され、このレチクルライブラリ16bはZ方向に順次配列されたN（Nは自然数）個の支持板17bを有し、支持板17bにマスターレチクルR<sub>1</sub>、…、R<sub>N</sub>が載置されている。レチクルライブラリ16bは、スライド装置18bによってZ方向に移動自在に支持されており、レチクルステージ2とレチクルライブラリ16bとの間に、回転自在でZ方向に所定範囲で移動できるアームを備えたローダ19bが配置されている。主制御系9がスライド装置18bを介してレチクルライブラリ16bのZ方

向の位置を調整した後、ローダ19bの動作を制御して、レチクルライブラリ16b中の所望の支持板17bとレチクルステージ2との間で、所望のマスターレチクルF<sub>1</sub>～F<sub>L</sub>を受け渡しできるように構成されている。

【0075】マスターレチクルR<sub>i</sub>の照明領域内のパターンの像は、投影光学系3を介して縮小倍率1/α（αは例えば5、又は4等）で、ワーキングレチクル用の基板（ブランクス）4の表面に投影される。図4は、マスターレチクルの親パターンの縮小像を基板上に投影する場合を示す要部斜視図である。尚、図4において、図1に示した露光装置が備える部材と同一の部材には同一の符号が付してある。図1及び図4において、基板4は、石英ガラスのような光透過性の基板であり、その表面のパターン領域にクロム、又はケイ化モリブデン等のマスク材料の薄膜が形成され、このパターン領域25を挟むように位置合わせ用の2つの2次元マークよりなるアライメントマーク24A、24Bが形成されている。

【0076】これらのアライメントマーク24A、24Bは、電子ビーム描画装置、レーザビーム描画装置、投影露光装置（ステッパー、スキャナー）等を用いて、パターンの転写を行う前に予め形成される。また、基板4の表面にマスク材料を覆うようにフォトリソが塗布されている。

【0077】レチクルステージ2は、保持しているマスターレチクルR<sub>i</sub>をXY平面内で回転方向及び並進方向に移動する。不図示のレーザ干渉計によって、レチクルステージ2のX座標、Y座標、及び回転角が計測され、この計測値、及び主制御系9からの制御情報によってレチクルステージ2の動作が制御される。

【0078】一方、基板4は、基板の変形による位置ずれが起きないように、本例では3本のピンで構成されるホルダ上に無吸着またはソフト吸着され、この基板ホルダは試料台5上に固定され、試料台5は基板ステージ6上に固定されている。試料台5は、オートフォーカス方式で基板4のフォーカス位置（光軸AX方向の位置）、及び傾斜角を制御することによって、基板4の表面を投影光学系3の像面に合わせ込む。この試料台5上には位置決め用の基準マーク部材12及び基板4上に照度分布を検出する照度分布検出センサ（いわゆる照度ムラセンサ）126が固定されている。また、基板ステージ6は、ベース7上で例えばリニアモータによりX方向、Y方向に試料台5（基板4）を移動し位置決めする。

【0079】試料台5の上部に固定された移動鏡8m、及び対向して配置されたレーザ干渉計8によって試料台5のX座標、Y座標、及び回転角が計測され、この計測値がステージ制御系10、及び主制御系9に供給されている。移動鏡8mは、図4に示すように、X軸の移動鏡8mX、及びY軸の移動鏡8mYを総称するものである。ステージ制御系10は、その計測値、及び主制御系9からの制御情報に基づいて、基板ステージ6のリニア

モータ等の動作を制御する。

【0080】次に照度分布検出センサ126の詳細について説明する。図5A及び図5Bは照度分布検出センサ126の構成を示す図である。この照度分布検出センサ126は、露光光1Lが投影光学系3を介して照明されている状態で基板ステージ6を基板4に水平な面内で移動させることにより露光光1Lの空間分布、即ち露光光の強度分布（照度分布）を計測するためのものである。図5Aに示すように、照度分布検出センサ126は、矩形（本実施形態においては正方形）状の開口54を有する遮光板55の下側に光電センサ56を設けて構成され、光電センサ56による検出信号は、主制御系9に出力される。尚、開口54の下側に光電センサ56を設けずに、ライトガイドなどにより光を導いて他の部分で光電センサなどにより受光量を検出するようにしてもよい。

【0081】遮光板55は、通常石英等の基板にクロム（Cr）等の金属を蒸着することにより形成されるが、クロム等の金属を蒸着すると、遮光板55上に露光された露光光の反射率が高く露光光の反射量が多い。その結果遮光板55による反射光が投影光学系やレチクルで反射されることによりフレアが発生する。この照度分布検出センサ126は、基板4が露光されるときに露光光の空間分布を計測するために設けられるものであり、実際の露光時における露光光の空間分布を計測することが最も好ましい。しかし、露光光の空間分布の計測を行う際に、実際の露光時の状況と異なる状況、つまり露光光の反射量が多くなる状況があると、実際の露光時における露光光の空間分布を正確に計測することができない。

【0082】そこで、本実施形態においては、露光時における実際の露光光の空間分布になるべく近い計測を行うために、遮光板55上面の反射率を、基板4の反射率とほぼ同程度として反射光による影響を低減している。遮光板55の上面には露光光の波長域において基板4の反射率と同程度の反射率を有する膜が形成されている。この膜を実現するためには、例えば、図5Bに示すように、石英の透明基板57上にクロム58を蒸着し、更にクロム58上に酸化クロムの薄膜59を形成し、その上に基板4に塗布されるフォトリソレジストと同じフォトリソレジスト60を同じ膜厚で塗布してもよい。このような遮光板55上面の反射率は、その表面に形成される膜の材質のみならず、膜厚や構成（積層数、各層厚、各層の材質等）適宜に選択することにより調整することができる。基板4に反射防止膜等が形成されている場合には、そのような条件の全てをも考慮して、該遮光板55上面の反射率を設定する。

【0083】かかる照度分布検出センサ126を用いて、遮光板55に形成された開口54を通過してきた露光光を、基板ステージ6を基板4表面に水平な面内で移動させつつ計測することにより、実際の露光時における

露光光の空間分布とほぼ同じ空間分布を計測することができる。

【0084】また、主制御系9には、磁気ディスク装置等の記憶装置11が接続され、記憶装置11に、露光データファイルが格納されている。露光データファイルには、マスターレチクルR1～RNの相互の位置関係、マスターレチクルR1～RNに対応する濃度フィルタF1～FLの対応関係、アライメント情報等が記録されている。

【0085】本実施形態による露光装置は、複数のマスターレチクルを用いて重ね縫ぎ露光を行うものである。この露光装置は、半導体集積回路を製造する際に用いられるのみならず、レチクルを製造する際にも用いられる。ここで、マスターレチクルR<sub>i</sub>とこの露光装置を用いて製造されるレチクル、即ちワーキングレチクルの製造方法の概略について説明する。

【0086】図6は、マスターレチクルR<sub>i</sub>を用いてレチクル（ワーキングレチクル）を製造する際の製造工程を説明するための図である。図6中に示したワーキングレチクル34が最終的に製造されるレチクルである。このワーキングレチクル34は、石英ガラス等からなる光透過性の基板（ブランクス）の一面に、クロム（Cr）、ケイ化モリブデン（MoSi<sub>2</sub>等）、又はその他のマスク材料によって転写用の原版パターン27を形成したものである。また、その原版パターン27を挟むように2つのアライメントマーク24A、24Bが形成されている。

【0087】ワーキングレチクル34は、光学式の投影露光装置の投影光学系を介して、1/β倍（βは1より大きい整数、又は半整数等であり、一例として4、5、又は6等）の縮小投影で使用されるものである。即ち、図6において、ワーキングレチクル34の原版パターン27の1/β倍の縮小像27Wを、フォトリソレジストが塗布されたウエハW上の各ショット領域48に露光した後、現像やエッチング等を行うことによって、その各ショット領域48に所定の回路パターン35が形成される。

【0088】図6において、まず最終的に製造される半導体デバイスのあるレイヤの回路パターン35が設計される。回路パターン35は直交する辺の幅がdX、dYの矩形の領域内に種々のライン・アンド・スペースパターン（又は孤立パターン）等を形成したものである。この実施形態では、その回路パターン35をβ倍して、直交する辺の幅がβ・dX、β・dYの矩形の領域からなる原版パターン27をコンピュータの画像データ上で作成する。β倍は、ワーキングレチクル34が使用される投影露光装置の縮小倍率（1/β）の逆数である。尚、反転投影されるときは反転して拡大される。

【0089】次に、原版パターン27をα倍（αは1より大きい整数、又は半整数等であり、一例として4、

5, 又は6等)して、直交する辺の幅が $\alpha \cdot \beta \cdot dX$ ,  $\alpha \cdot \beta \cdot dY$ の矩形の領域よりなる親パターン36を画像データ上で作成し、その親パターン36を縦横にそれぞれ $\alpha$ 個に分割して、 $\alpha \times \alpha$ 個の親パターンP1, P2, P3, ..., PN ( $N = \alpha^2$ )を画像データ上で作成する。図6では、 $\alpha = 5$ の場合が示されている。尚、倍率 $\alpha$ はワーキングレチクル34の製造に用いられる投影露光装置の投影倍率(本例では図1、4中の投影光学系3の倍率)の逆数である。また、この親パターン36の分割数 $\alpha$ は、必ずしも原版パターン27から親パターン36への倍率 $\alpha$ に合致させる必要はない。その後、それらの親パターンPi ( $i = 1 \sim N$ )について、それぞれ電子ビーム描画装置(又はレーザービーム描画装置等も使用できる)用の描画データを生成し、その親パターンPiをそれぞれ等倍で、親マスクとしてのマスターレチクルRi上に転写する。

【0090】例えば、1枚目のマスターレチクルR1を製造する際には、石英ガラス等の光透過性の基板上にクロム、又はケイ化シリコン等のマスク材料の薄膜を形成し、この上に電子線レジストを塗布した後、電子ビーム描画装置を用いてその電子線レジスト上に1番目の親パターンP1の等倍の潜像を描画する。その後、電子線レジストの現像を行ってから、エッチング、及びレジスト剥離等を施すことによって、マスターレチクルR1上のパターン領域20に親パターンP1が形成される。

【0091】この際に、マスターレチクルR1上には、親パターンP1に対して所定の位置関係で2つの2次元マークよりなるアライメントマーク21A, 21Bを形成しておく。同様に他のマスターレチクルRiにも、電子ビーム描画装置等を用いてそれぞれ親パターンPi、及びアライメントマーク21A, 21Bが形成される。このアライメントマーク21A, 21Bは、基板又は濃度フィルタに対する位置合わせに使用される。

【0092】このように、電子ビーム描画装置(又はレーザービーム描画装置)で描画する各親パターンPiは、原版パターン27を $\alpha$ 倍に拡大したパターンであるため、各描画データの量は、原版パターン27を直接描画する場合に比べて $1/\alpha^2$ 程度に減少している。さらに、親パターンPiの最小線幅は、原版パターン27の最小線幅に比べて $\alpha$ 倍(例えば5倍、又は4倍等)であるため、各親パターンPiは、それぞれ従来の電子線レジストを用いて電子ビーム描画装置によって短時間に、かつ高精度に描画できる。また、一度N枚のマスターレチクルR1~RNを製造すれば、後はそれらを繰り返し使用することによって、必要な枚数のワーキングレチクル34を製造できるため、マスターレチクルR1~RNを製造するための時間は、大きな負担ではない。このようにして製造されたN枚のマスターレチクルRiを用い、マスターレチクルRiの親パターンPiの $1/\alpha$ 倍の縮小像Pi ( $i = 1 \sim N$ )を、それぞれ画面継ぎを

行いながら(互いの一部を重ね合わせつつ)転写することによってワーキングレチクル34が製造される。

【0093】マスターレチクルRiを用いたワーキングレチクル34の露光動作の詳細は、以下の通りである。まず、基板ステージ6のステップ移動によって基板4上の第1番目のショット領域が投影光学系3の露光領域(投影領域)に移動される。これと並行して、レチクルライブラリ16bからマスターレチクルR1がローダ19bを介してレチクルステージ2に搬入・保持されるとともに、フィルタライブラリ16aから濃度フィルタF1がローダ19aを介してフィルタステージFSに搬入・保持される。そして、マスターレチクルR1及び濃度フィルタF1のアライメント等が行われた後、そのマスターレチクルR1の縮小像が投影光学系3を介して基板4上の対応するショット領域に転写される。

【0094】基板4上の1番目のショット領域への1番目のマスターレチクルR1の縮小像の露光が終了すると、基板ステージ6のステップ移動によって基板4上の次のショット領域が投影光学系3の露光領域に移動される。これと並行して、レチクルステージ2上のマスターレチクルR1がローダ19を介してライブラリ16に搬出され、次の転写対象のマスターレチクルR2がライブラリ16からローダ19を介してレチクルステージ2に搬入・保持されるとともに、フィルタステージFS上の濃度フィルタF1がローダ19を介してライブラリ16に搬出され、次の転写対象のマスターレチクルR2に対応する濃度フィルタF2がライブラリ16からローダ19を介してフィルタステージFS上に搬入・保持される。そして、マスターレチクルR2及び濃度フィルタF2のアライメント等が行われた後、そのマスターレチクルR2の縮小像が投影光学系3を介して基板4上の当該ショット領域に転写される。

【0095】以下ステップ・アンド・リピート方式で基板4上の残りのショット領域に、濃度フィルタF2~FNが必要に応じて適宜に取り換えられつつ、順次対応するマスターレチクルR3~RNの縮小像の露光転写が行われる。

【0096】さて、このようにマスターレチクルR1~RNの縮小像を基板4上に投影露光する際には、隣接する縮小像間の画面継ぎ(つなぎ合わせ)を高精度に行う必要がある。このためには、各マスターレチクルRi ( $i = 1 \sim N$ )と、基板4上の対応するショット領域(Siとする)とのアライメントを高精度に行う必要がある。このアライメントのために、本実施形態の投影露光装置にはレチクル及び基板用のアライメント機構が備えられている。

【0097】図7は、レチクルのアライメント機構を示し、この図7において、試料台5上で基板4の近傍に光透過性の基準マーク部材12が固定され、基準マーク部材12上にX方向に所定間隔で例えば十字型の1対の基



準マーク 13A, 13B が形成されている。また、基準マーク 13A, 13B の底部には、露光光 IL から分岐された照明光で投影光学系 3 側に基準マーク 13A, 13B を照明する照明系が設置されている。マスターレチクル Ri のアライメント時には、図 1 の基板ステージ 6 を駆動することによって、図 7 に示すように、基準マーク部材 12 上の基準マーク 13A, 13B の中心がほぼ投影光学系 3 の光軸 AX に合致するように、基準マーク 13A, 13B が位置決めされる。

【0098】また、マスターレチクル Ri のパターン面 (下面) のパターン領域 20 を X 方向に挟むように、一例として十字型の 2 つのアライメントマーク 21A, 21B が形成されている。基準マーク 13A, 13B の間隔は、アライメントマーク 21A, 21B の投影光学系 3 による縮小像の間隔とほぼ等しく設定されており、上記のように基準マーク 13A, 13B の中心をほぼ光軸 AX に合致させた状態で、基準マーク部材 12 の底面側から露光光 IL と同じ波長の照明光で照明することによって、基準マーク 13A, 13B の投影光学系 3 による拡大像がそれぞれマスターレチクル Ri のアライメントマーク 21A, 21B の近傍に形成される。

【0099】これらのアライメントマーク 21A, 21B の上方に投影光学系 3 側からの照明光を ±X 方向に反射するためのミラー 22A, 22B が配置され、ミラー 22A, 22B で反射された照明光を受光するように TTR (スルー・ザ・レチクル) 方式で、画像処理方式のアライメントセンサ 14A, 14B が備えられている。アライメントセンサ 14A, 14B はそれぞれ結像系と、CCD カメラ等の 2 次元の撮像素子とを備え、その撮像素子がアライメントマーク 21A, 21B、及び対応する基準マーク 13A, 13B の像を撮像し、その撮像信号が図 1 のアライメント信号処理系 15 に供給されている。

【0100】アライメント信号処理系 15 は、その撮像信号を画像処理して、基準マーク 13A, 13B の像に対するアライメントマーク 21A, 21B の X 方向、Y 方向への位置ずれ量を求め、これら 2 組の位置ずれ量を主制御系 9 に供給する。主制御系 9 は、その 2 組の位置ずれ量が互に対称に、かつそれぞれ所定範囲内に収まるようにレチクルステージ 2 の位置決めを行う。これによって、基準マーク 13A, 13B に対して、アライメントマーク 21A, 21B、ひいてはマスターレチクル Ri のパターン領域 20 内の親パターン Pi (図 6 参照) が位置決めされる。

【0101】言い換えると、マスターレチクル Ri の親パターン Pi の投影光学系 3 による縮小像の中心 (露光中心) は、実質的に基準マーク 13A, 13B の中心 (ほぼ光軸 AX) に位置決めされ、親パターン Pi の輪郭 (パターン領域 20 の輪郭) の直交する辺はそれぞれ X 軸、及び Y 軸に平行に設定される。この状態で図 1 の

主制御系 9 は、レーザ干渉計 8 によって計測される試料台 5 の X 方向、Y 方向の座標 (XF0, YF0) を記憶することで、マスターレチクル Ri のアライメントが終了する。この後は、親パターン Pi の露光中心に、試料台 5 上の任意の点を移動することができる。

【0102】また、図 1 に示されているように、投影光学系 3 の側部には、基板 4 上のマークの位置検出を行うために、オフ・アクシス方式で、画像処理方式のアライメントセンサ 23 が備えられている。アライメントセンサ 23 は、フォトレジストに対して非感光性で広帯域の照明光で被検マークを照明し、被検マークの像を CCD カメラ等の 2 次元の撮像素子で撮像し、撮像信号をアライメント信号処理系 15 に供給する。尚、アライメントセンサ 23 の検出中心とマスターレチクル Ri のパターンの投影像の中心 (露光中心) との間隔 (ベースライン量) は、基準マーク部材 12 上の所定の基準マークを用いて予め求められて、主制御系 9 内に記憶されている。

【0103】図 7 に示すように、基板 4 上の X 方向の端部に例えば十字型の 2 つのアライメントマーク 24A, 24B が形成されている。そして、マスターレチクル Ri のアライメントが終了した後、基板ステージ 6 を駆動することによって、図 1 のアライメントセンサ 23 の検出領域に順次、図 7 の基準マーク 13A, 13B、及び基板 4 上のアライメントマーク 24A, 24B を移動して、それぞれ基準マーク 13A, 13B、及びアライメントマーク 24A, 24B のアライメントセンサ 23 の検出中心に対する位置ずれ量を計測する。これらの計測結果は主制御系 9 に供給され、これらの計測結果を用いて主制御系 9 は、基準マーク 13A, 13B の中心がアライメントセンサ 23 の検出中心に合致するときの試料台 5 の座標 (XP0, YP0)、及びアライメントマーク 24A, 24B の中心がアライメントセンサ 23 の検出中心に合致するときの試料台 5 の座標 (XP1, YP1) を求める。これによって、基板 4 のアライメントが終了する。

【0104】この結果、基準マーク 13A, 13B の中心とアライメントマーク 24A, 24B の中心との X 方向、Y 方向の間隔は (XP0 - XP1, YP0 - YP1) となる。そこで、マスターレチクル Ri のアライメント時の試料台 5 の座標 (XF0, YF0) に対して、その間隔 (XP0 - XP1, YP0 - YP1) 分だけ図 1 の基板ステージ 6 を駆動することによって、図 4 に示すように、マスターレチクル Ri のアライメントマーク 21A, 21B の投影像の中心 (露光中心) に、基板 4 のアライメントマーク 24A, 24B の中心 (基板 4 の中心) を高精度に合致させることができる。この状態から、図 1 の基板ステージ 6 を駆動して試料台 5 を X 方向、Y 方向に移動することによって、基板 4 上の中心に対して所望の位置にマスターレチクル Ri の親パターン Pi の縮小像 PIi を露光できる。



【0105】即ち、図4は、 $i$ 番目のマスターレチクル  $R_i$  の親パターン  $P_i$  を投影光学系3を介して基板4上に縮小転写する状態を示し、この図4において、基板4の表面のアライメントマーク24A、24Bの中心を中心として、X軸及びY軸に平行な辺で囲まれた矩形のパターン領域25が、主制御系9内で仮想的に設定される。パターン領域25の大きさは、図6の親パターン36を  $1/\alpha$  倍に縮小した大きさであり、パターン領域25が、X方向、Y方向にそれぞれ  $\alpha$  個に均等に分割されてショット領域  $S_1, S_2, S_3, \dots, S_N$  ( $N = \alpha^2$ ) が仮想的に設定される。ショット領域  $S_i$  ( $i = 1 \sim N$ ) の位置は、図6の親パターン36を仮に図4の投影光学系3を介して縮小投影した場合の、 $i$ 番目の親パターン  $P_i$  の縮小像  $P_{Ii}$  の位置に設定されている。

【0106】尚、1枚の基板4の露光に際しては、マスターレチクル  $R_i$  の交換にかかわらず、基板4は3本のピンで構成された試料台5上に無吸着またはソフト吸着され、露光時には基板4の位置がずれないように基板ステージ6を超低加速度、超低速度で移動させる。従って、1枚の基板4の露光中に、基準マーク13A、13Bと基板4との位置関係が変化することはないので、マスターレチクル  $R_i$  の交換時には、マスターレチクル  $R_i$  を基準マーク13A、13Bに対して位置合わせすればよく、1枚のマスターレチクル毎に、基板4上のアライメントマーク24A、24Bの位置を検出する必要はない。

【0107】以上マスターレチクル  $R_i$  と基板4との位置合わせについて説明したが、マスターレチクル  $R_i$  と濃度フィルタの相対的な位置合わせもマーク124A、124B、124C、124Dやスリットマーク125の位置情報を計測した結果に基づいて行われる。このとき、基板ステージ6の特性上、ヨーイング誤差等の誤差によって基板4に微小な回転を生じることがあり、このためマスターレチクル  $R_i$  と基板4の相対姿勢に微小なズレを生じる。このような誤差は、予め計測され、あるいは実処理中に計測され、これが相殺されるように、レチクルステージ2又は基板ステージ6が制御されて、マスターレチクル  $R_i$  と基板4の姿勢が整合するように補正されるようになっている。

【0108】このような処理の後、主制御系9は、その親パターン  $P_i$  の縮小像を基板4上のショット領域  $S_i$  に投影露光する。図4においては、基板4のパターン領域25内で既に露光された親パターンの縮小像は実線で示され、未露光の縮小像は点線で示されている。

【0109】このようにして、図1の  $N$  個のマスターレチクル  $R_1 \sim R_N$  の親パターン  $P_1 \sim P_N$  の縮小像を、順次基板4上の対応するショット領域  $S_1 \sim S_N$  に露光することで、各親パターン  $P_1 \sim P_N$  の縮小像は、それぞれ隣接する親パターンの縮小像と画面縫ぎを行いながら露光されたことになる。これによって、基板4上に図

1の親パターン36を  $1/\alpha$  倍で縮小した投影像26が露光転写される。その後、基板4上のフォトレジストを現像して、エッチング、及び残っているレジストパターンの剥離等を施すことによって、基板4上の投影像26は、図6に示すような原版パターン27となって、ワーキングレチクル34が完成する。

【0110】ところで、以上のように濃度フィルタ  $F_j$ 、レチクル  $R_j$ 、及び基板4の位置合わせを行って画面縫ぎを行いながら露光をする場合、予め重合部付近の露光量分布を計測し、該重合部の露光量と該重合部以外の部分の露光量とが等しくなるように設計された濃度フィルタを用いて露光を行っている。かかる濃度フィルタ  $F_j$  を用いて、画面縫ぎを行いながら露光すると図8A、図8Bに示すような露光量分布となる筈である。

【0111】図8A～図8Dは重合部及び重合部以外の部分における露光量分布の一例を示す図である。図8Aにおいて、符号  $E_1, E_2, E_3$  は異なるショットにおける露光量の分布を示している。露光光  $E_1$  は区間  $p_2$  において、露光光  $E_2$  は区間  $p_2$  及び区間  $p_3$  において、露光光  $E_3$  は区間  $p_4$  において徐々に露光量が減少するようそれぞれ設定されている。このような露光光  $E_1 \sim E_3$  の分布は、前述した濃度フィルタ  $F_j$  によって設定される。また、露光光  $E_1, E_2, E_3$  は、露光光  $E_1$  と露光光  $E_2$  とが区間  $p_2$  にて重合し、露光光  $E_2$  と露光光  $E_3$  とが区間  $p_4$  にて重合するよう設定される。

【0112】図8Aに示した分布をもって設計通り露光光  $E_1, E_2, E_3$  が区間  $p_2$  及び区間  $p_3$  において重合されれば、重合部となる区間  $p_2, p_4$  の全露光量の分布と重合部以外の部分となる区間  $p_1, p_3, p_5$  の全露光量の分布とが等しくなり、図8Bに示した分布  $E_{S1}$  となる。しかしながら、実際の露光においては、露光装置が備える投影光学系内における多重反射や、基板と投影光学系との間、基板とレチクルとの間、又はレチクルと基板との間における多重反射等を原因とするフレアが生ずる。フレアの影響を受けると通常露光量は増加し、図8Cに示した露光光  $E_{11}, E_{12}, E_{13}$  となる。図8Aに示した露光光  $E_1, E_2, E_3$  と、図8Cに示した露光光  $E_{11}, E_{12}, E_{13}$  とは、露光光  $E_{11}, E_{12}, E_{13}$  が、ほぼフレアの影響による分だけ露光光  $E_1, E_2, E_3$  をオフセットしたものとなる。ここで、このフレアが生ずると1回のみの露光が行われる区間  $p_1, p_3, p_5$  と2回又は4回の露光が行われる区間  $p_2, p_4$  とではフレアの影響の度合いが異なる。よって、フレアの影響を受けた露光光  $E_{11}, E_{12}, E_{13}$  を重合すると、図8Dに示すように、他の部分よりもフレアの影響を受ける重合部たる区間  $p_2, p_4$  の露光量が増加した分布  $E_{S2}$  となる。本実施形態においては、かかる区間  $p_2, p_4$  の露光量分布を区間  $p_1, p_3, p_5$  の露光量分布と等しくするために、重

合部の露光量分布を調整している。尚、図 8 C、図 8 D に示した例ではフレアの影響により重合部の露光量が増加する場合を例に挙げて説明しているが、重合部の露光量が重合部以外の部分の露光量よりも減少する場合もある。本実施形態における基本的な考え方は、重合部におけるフレアの影響による露光量の増加をなくすために、重合部の露光量を設計値（図 8 A に示した露光光 E 1、E 2、E 3 の分布）よりも小さくすることで結果的に重合部の露光量と重合部以外の部分との露光量とを等しくするものである。

【0113】以下、本実施形態において、重合部における露光量分布を調整する方法について説明するがこの調整方法は、画面縫ぎを行いながら露光を行う場合一般について用いられるものである。露光量分布を調整するに先だって予め適正露光量からの露光量のずれ量と基板 4 上に形成される線幅誤差との関係を求めておく。図 9 は、適正露光量からの露光量のずれ量と線幅誤差との関係の例を示す図である。ここで、適正露光量とは、基板 4 上に所定の線幅のパターンを形成するために必要となる露光量である。図 9 においては、横軸に適正露光量からの露光量のずれ量ととり、縦軸に生ずる線幅誤差をとっている。尚、露光量が同一であっても、形成しようとするパターン（例えば密集パターンと孤立パターン）の種類に応じて生ずる誤差が異なるため、パターンの形状に応じた計測を行う。

【0114】図 9 において、符号 F 1 が付された直線は孤立スペースパターンを形成する場合のスペース幅の線幅誤差を示し、符号 F 2 が付された直線はライン・アンド・スペースパターンを形成する場合のラインの線幅誤差を示し、符号 F 3 が付された直線は、孤立ラインパターンを形成する場合のライン幅の線幅誤差を示している。図 9 に示した例では、露光量が多い場合にラインパターンの線幅は狭くなり、逆にスペースパターンの線幅は広がる。このようにして得られた露光量のずれ量と線幅誤差との関係を示すデータは、主制御系 9 が備えるメモリ（図示省略）に記憶される。尚、メモリに記憶された露光量のずれ量と線幅誤差との関係を示すデータは、以下に説明する露光量分布を調整する際に常に使用される訳ではなく、実際に基板 4 のショット領域に対して画面縫ぎを行って露光を行った後に、実際に形成されたパターンの線幅を実測してフレアの影響を考慮する際に用いられる。

【0115】以下、重合部における露光量分布を調整する第 1 の方法について説明する。図 10 は、第 1 の露光量分布の調整方法を示すフローチャートである。尚、図 10 に示した処理は、理解を容易にするため、基板 4 上に設定された複数のショット領域のうち、隣接する 2 つのショット領域に対して画面縫ぎを行いながら露光する場合の動作のみを示している。また、図 10 に示した第 1 の方法においては、濃度フィルタ F j、マスターレチ

クル R i、及び基板 4 の相対的な位置を変えることなく濃度フィルタ F j の減光部 1 2 3 の減光特性を変えて露光量分布を調整している。尚、ここでは、フィルタライブラリ 1 6 a には、互いに減光部の減光特性が異なる矩形状の減光部 1 2 3 を有する複数の濃度フィルタ（図 2 A に示す構成を有する濃度フィルタ）F j が予めセットされているものとし、これらのうちの一つをフィルタステージ F S に装填し、レチクルブラインド機構 1 1 0 の 4 枚のブラインド 1 1 1 の位置を適宜に設定して、減光部の 4 辺のうちの一又は複数を遮蔽するものとして説明する。

【0116】露光処理が開始されると、主制御系 9 は形成するパターンの種類及び線幅に応じて当該線幅が設定された線幅となるような全体の露光量を決定する。この際に、重合部については例えば 1 回目に行われる露光時の露光量と、2 回目に行われる露光時の露光量とを等しく分配して重合部における露光量分布を論理的に求める（ステップ S A 1）。尚、この第 1 の方法においては理解を容易にするため、重合部における露光量分布が線形的に増加又は減少する場合を例にあげて説明しているが、例えば 2 次関数的に変化する分布であっても非線形的に変化する分布であってもよい。

【0117】そして、主制御系 9 は、この処理で求めた重合部における露光量の分布が得られるであろう濃度フィルタ F j をフィルタライブラリ 1 6 a から搬出する制御信号をスライド装置 1 8 a へ出力し、その濃度フィルタ F j をフィルタステージ F S 上に搬送する（ステップ S A 2）。フィルタステージ F S に装填された濃度フィルタ F j は、例えば前述の検出装置（不図示）または照度分布検出センサ 1 2 6（以下、単に照度分布検出センサ 1 2 6 と称する）を用いて、該濃度フィルタ F j のマーク 1 2 4 A～1 2 4 D 又はスリットマーク 1 2 5 が計測されて、この計測結果に基づいてマスターレチクル R i に対してアライメントされる。

【0118】濃度フィルタ F j の搬送が終了すると、主制御系 9 はステージ制御系 10 を介して基板ステージ 6 を駆動し、投影光学系 3 の投射位置近傍に照度分布検出センサ 1 2 6 を移動させる。照度分布検出センサ 1 2 6 の移動が完了すると、主制御系 9 は、レチクルブラインド機構 1 1 0 及び光源 100 を制御して、試料台 5 上に対する露光光 I L の照射を開始する。露光光 I L が試料台 5 上に照射されている状態で、主制御系 9 はステージ制御系 10 を介して基板ステージ 6 を駆動し、照度分布検出センサ 1 2 6 にて試料台 5 上に照射される露光光 I L の空間分布を計測する（ステップ S A 3）。

【0119】露光光 I L の空間分布の計測が終了すると、主制御系 9 は、ステップ S A 3 の処理で得られた空間分布の計測結果に基づいて、ステップ S A 1 で設定した論理的な露光量分布を補正する処理を行う（ステップ S A 4）。この処理は、実際の露光時に生ずるフレアの

影響、特に複数回露光が行われる重合部におけるフレアの影響を少なくするために行われる処理である。つまり、ステップSA3では、フレアが含まれる実際の露光光の分布を計測しており、ステップSA4でフレアが含まれていても、重合部の露光量がステップSA1で設定した分布となるように、論理的に設定された露光量分布を補正している。尚、補正した露光量分布は所定の第1分布をなす。

【0120】次に、主制御系9はステップSA4で補正した露光量の分布が得られるであろう濃度フィルタFjをフィルタライブラリ16aから搬出する制御信号をスライド装置18aへ出力し、その濃度フィルタFjをフィルタステージFS上に搬送する(ステップSA5)。フィルタステージFSに装填された濃度フィルタFjは、照度分布検出センサ126を用いて、該濃度フィルタFjのマーク124A~124D又はスリットマーク125が計測されて、この計測結果に基づいてマスターレチクルRiに対してアライメントされる。

【0121】濃度フィルタFjの搬送が終了すると、主制御系9はステージ制御系10を介して基板ステージ6を駆動し、露光対象のショット領域を投影光学系3の投射位置に対して位置合わせを行う。その後、露光するショット領域の重合部の位置に応じて、レチクルブラインド機構110の4枚のブランド111のうち該当するものを駆動して、該重合部に対応する減光部以外の減光部を遮蔽する。例えば、レチクルステージ2上に載置されたレチクルRiが図6に示す親パターンP1が形成されているものであれば、減光部123の4辺のうち下辺と右辺を遮蔽するように対応するブラインド111を駆動する。次いで、主制御系9は光源100を制御して、露光光ILの照射を開始させて、基板4の位置決めされたショット領域を露光する(ステップSA6)。

【0122】この処理における露光量は、フレアが生じている場合であっても、ステップSA1で求めた理論的な露光量分布とほぼ同様の露光量分布となっている。このショット領域の露光が終了すると、主制御系9はレチクルブラインド機構110及び光源100を制御して、露光光ILの照射を停止させて、基板4上に露光光ILが到達しない状態としてから、ステージ制御系10を介して基板ステージ6を駆動し、投影光学系3の投射位置近傍に照度分布検出センサ126を移動させる。

【0123】照度分布検出センサ126の移動が完了すると、主制御系9は光源100を制御して、試料台5上に露光光ILを照射する。露光光ILが試料台5上に照射されている状態で、主制御系9はステージ制御系10を介して基板ステージ6を駆動し、照度分布検出センサ126にて試料台5上に照射される露光光ILの空間分布を計測する(ステップSA7)。この露光光ILの空間分布の計測は、ショット領域の4辺のうちの重合部となる部分に対応する辺に沿う方向に所定のピッチで離間

した複数箇所(例えば、4箇所)において、それぞれ当該辺にほぼ直交する方向に実施される。この実施形態では、各位置(この例では、4箇所)での計測結果の平均値を用いる。このようにして露光光ILの空間分布の計測が終了すると、主制御系9は再び基板4上に露光光ILが露光されないようレチクルブラインド機構110及び光源100を制御して、露光光ILの照射を停止させる。

【0124】次に、主制御系9は、照度分布検出センサ126を用いて得られた露光光ILの空間分布に基づいて、更に露光を行ったときに重合部における露光量が重合部以外の部分の露光量と等しくなる露光光の分布を求める(ステップSA8)。尚、この分布は第2分布をなすものである。

【0125】そして、主制御系9は、この処理で求めた露光光の分布が得られるであろう濃度フィルタFjをフィルタライブラリ16aから搬出する制御信号をスライド装置18aへ出力し、その濃度フィルタFjをフィルタステージFS上に搬送する(ステップSA9)。また、ステップSA9において、必要とする分布を実現する濃度フィルタFjがフィルタライブラリ16a内に存在しない場合には、必要とする分布を実現するための減光部123を有する濃度フィルタを製造することで対応する。

【0126】最後に、主制御系9は、ステージ制御系10を介して基板ステージ6を駆動し、次に露光を行うショット領域を投影光学系3の投影領域に対して位置決める。次いで、露光するショット領域の重合部の位置に応じて、レチクルブラインド機構110の4枚のブランド111のうち該当するものを駆動して、該重合部に対応する減光部以外の減光部を遮蔽する。例えば、レチクルステージ2上に載置されたレチクルRiが図6に示す親パターンP2が形成されているものであれば、減光部123の4辺のうち右辺を遮蔽するように対応するブラインド111を駆動する。その後、ステップSA6において露光を行ったショット領域に対して画面縫ぎを行いながら位置決めしたショット領域を露光する(ステップSA10)。この処理では、ステップSA7において計測された露光量に基づいて、重合部の全露光量が重合部以外の部分の露光量と等しくなるよう設定された分布で、位置決めされたショット領域が露光される。よって、重合部の全露光量と重合部以外の部分の露光量とが等しくなるので、結果として重合部に形成されるパターンの線幅と重合部以外の部分に形成されるパターンの線幅とが等しくなるようパターンを形成することができる。尚、上述した第1の方法の説明においては、2つのショット領域の画面縫ぎ露光についてのみの説明となっているが、3つ以上のショット領域の画面縫ぎ露光についても同様である。

【0127】尚、図10を用いて説明した処理において

は、最初に露光を行うショット領域に対し、ステップSA1で重合部の露光量分布を求め、ステップSA1で求めた重合部の露光量分布を実現する濃度フィルタFjをフィルタステージFS上に搬送し（ステップSA2）、基板4の露光なしに露光量分布を計測し（ステップSA3）、この計測結果に基づいて露光量分布を補正し（ステップSA5）、補正後の露光量分布を実現するフィルタを用いて基板4の露光を行っていた（ステップSA6, SA7）。

【0128】ところで、スルーブット、即ち単位時間に処理することができる基板の枚数を向上させるためには、処理工程数が少ない方が好ましい。このため、基板4の露光を行うことなく露光量の分布のみを計測する処理を省いてもよい。この場合には、図10においてステップSA3～ステップSA5の処理が省略され、以下の処理が行われる。つまり、理論的に設定された露光量分布を実現する濃度フィルタFjを用いて最初のショット領域が露光される（ステップSA2, SA6）。この場合、フレアの影響を受けた露光量でショット領域が露光される。次に、フレアを含んだ最初のショット領域を露光する際の露光量の分布を計測し（ステップSA7）、この計測結果に基づいて重合部の露光量が重合部以外の露光量と等しくなる露光量の分布を求める処理（ステップSA8）を行った後、この分布を実現する濃度フィルタを用いて隣接するショット領域が画面縦ぎによって露光される（ステップSA9, SA10）。つまり、最初のショット領域を露光する際にはフレアの影響を受けた状態で実際の露光量よりも多くの露光量で露光し、このショット領域に隣接するショット領域を露光する際には、先に多くの露光量で露光が行われた分を考慮して露光量の分布が求められる。尚、このような処理において、ステップSA1で設定される分布が理論的に設定される第1分布となる。

【0129】上述した説明では、図2Aに示した濃度フィルタFjのみを用い、レチクルブラインド機構110のブラインド111で減光部の一部を遮蔽するようにしたが、図3A～図3Iに示した濃度フィルタF1～F9を露光するショット領域の位置に応じて適宜に交換しつつ用いるようにしてもよい。濃度フィルタFjを交換した場合には照度分布検出センサ126を用いて濃度フィルタFjのマーク124A～124D又はスリットマーク125が計測されて、この計測結果に基づいて濃度フィルタFjがマスターレチクルRiに対してアライメントされる。

【0130】また、前述したようにステップSA9にて必要とする減光特性を有する濃度フィルタFjがフィルタライブラリ16a内に無い場合には、露光量が必要とする分布となるような減光特性を有する減光部123を備えた濃度フィルタを製造することで対応できる。濃度フィルタを製造するにあたって、ステップSA5でフィ

ルタステージFS上に搬送される濃度フィルタFjがテスト用濃度フィルタとなる。また、図10のステップSA3～ステップSA5の処理が省略される場合には、ステップSA2でフィルタステージFS上に搬送される濃度フィルタFjがテスト用濃度フィルタとなる。また、この場合照度分布検出センサ126を用いて計測された露光量の分布に基づいた減光特性を有する減光部123を備えた濃度フィルタを製造している。

【0131】この製造方法以外に、例えばテスト用の基板を実際に画面縦ぎを行いながら露光を行って、重合部が実際に多重されて形成されるパターンの線幅を測定し、図9に示した露光量のずれ量と線幅誤差との関係を示すデータとこの測定結果とを用いて、重合部における露光量のずれ量を求めることにより露光量の分布を計測し、得られた分布に基づいた減光特性を有する減光部123を備えた濃度フィルタを製造するようにしてもよい。尚、濃度フィルタの減光特性を変化させるには、図2Aの遮光部123に形成される遮光ドットの密度分布を調整することにより行われる。

【0132】上述した処理においては、露光量の分布を計測する際には照度分布検出センサ126が用いられる。この照度分布検出センサ126は、図5Aに示した構成のものであり、露光光ILに対する遮光板55の反射率が基板4の反射率と同程度に設定されている。従って、露光量分布を計測するときの条件を実際に基板4が露光される条件とほぼ同一に設定することができるので、重合部の露光量と重合部以外の部分の露光量を等しく設定する際に極めて好適である。

【0133】また、照度分布検出センサ126が備える遮光板55の反射率を基板4の反射率とほぼ同一に設定することができない場合には、予め遮光板55の表面の反射率と基板4の反射率の差異に起因する影響、例えば光電センサ56の出力の相違を見積もって主制御部9内に設けられるメモリに記憶しておき、光電センサ56の検出値を補正して露光量の分布を求めるようにしてもよい。

【0134】更に、照度分布検出センサ126を用いて露光量の分布を計測するのではなく、ショット領域の画面縦ぎを行いながら露光を行って、重合部が実際に多重されて形成されるパターンの線幅を測定し、図9に示した露光量のずれ量と線幅誤差との関係を示すデータとこの測定結果とを用いて、重合部における露光量のずれ量を求めることにより露光量の分布を計測するようにしてもよい。この場合には、実際にパターンが形成される基板としてテスト用の基板が用いられる。

【0135】尚、実際に形成されるパターンの線幅を計測する方法は、例えば基板又はテスト用基板上に塗布されたフォトリソに形成される潜像を計測して線幅としてもよく、フォトリソを現像した場合に形成されるパターンを計測して線幅としてもよい。更には、現像

した後に実際に基板又はテスト用基板に対してエッチング処理等の各種処理を施して形成されるパターンを計測して線幅としてもよい。

【0136】上述した説明では、最適な濃度フィルタを決定するための露光量分布の計測（ステップSA7）は、実際の露光処理シーケンス（基板に対して画面継ぎを行いながら露光する一連の処理）中に行うようにしたが、そのような実際の露光処理シーケンスを実施する前に、予め同様の条件で露光量分布を計測して最適な濃度フィルタFjを特定しておき、実際の露光処理シーケンス中では露光量分布の計測を実施せずに、予め特定しておいた濃度フィルタFjを用いつつ処理を行うようにしてもよい。この場合において、最適な減光特性を有する濃度フィルタがない場合には、露光量分布の計測を行った濃度フィルタFjを再加工した後に、フィルタステージに再装填し、再度露光量分布の計測を実施するようにしてもよい。濃度フィルタFjを再装填した場合には照度分布検出センサ126を用いて濃度フィルタFjのマーク124A～124D又はスリットマーク125が計測されて、この計測結果に基づいて濃度フィルタFjがマスターレチクルRiに対してアライメントされる。

【0137】次に、ショット領域の周辺部が重ね合わされる重合部における露光量分布を調整する第2の方法について説明する。前述した第1の方法では、濃度フィルタFj、マスターレチクルRi、及び基板4の相対的な位置を変えることなく濃度フィルタFjの減光部123の減光特性を変えて露光量分布を調整していた。

【0138】これに対し、以下に説明する第2の方法は、濃度フィルタFjと、マスターレチクルRi及び基板4との相対的な位置を変えることにより重合部の露光量分布を調整するものである。尚、この第2の方法では、重合部の露光量調整を行うための技術のみについて説明することにし、実際の露光処理シーケンスについては、上述した第1の方法と同様であるので、その説明は省略する。また、上述した第1の方法では、重合部と重合部以外の部分の露光量を一致させることを前提として説明しており、この第2の方法を用いて同様のことを実施することができるのは勿論であるが、ここでは、重合部の露光量を重合部以外の露光量に対して積極的に異ならせる場合を前提として説明することにする。

【0139】重合部と重合部以外の部分の露光量を積極的に異ならせる必要がある場合としては、多重露光による光学特性の変化を考慮して、当該変化に相当する分を重合部の露光量を増減することにより相殺する場合などがあげられる。多重露光による光学特性の変化としては、例えば、基板4上に塗布されているフォトレジスト自体の光学特性の変化によるものがある。即ち、フォトレジストは、一度露光が行われると光に対する透過率や感受性等が変化する場合がある。この場合、ショット領域の重合部においては、二重露光（多重露光）が行われ

るので、一回目の露光によってフォトレジストの特性が変化すると、その変化に相当する分だけ実質的に重合部の露光量が変化したのと同様な状態となる。従って、この変化に相当する分だけ、重合部における露光量を該重合部以外の部分の露光量に対して増減することにより、当該変化分を相殺するようにできる。

【0140】この変化分はフォトレジストの既知の光学特性から理論的に求めることができる。また、この変化分は実際に基板又はテスト用基板を画面継ぎを行いながら露光してパターンを形成し、該パターンの線幅を計測することなどにより求めることができる。このパターンの線幅を計測する方法は、例えば基板又はテスト用基板上に塗布されたフォトレジストに形成される潜像を計測して線幅としてもよく、フォトレジストを現像した場合に形成されるパターンを計測して線幅としてもよい。更には、現像した後に実際に基板又はテスト用基板に対してエッチング処理等の各種処理を施して形成されるパターンを計測して線幅としてもよい。このようにして求めた光学特性の変化分に相当する露光量を重合部の露光量に対して増減する具体的方法は以下の通りである。尚、この第2の方法は、多重露光による光学特性の変化分に相当する露光量を増減する場合のみならず、他の理由によって重合部の露光量を調整したい場合にも用いることができることは言うまでもない。

【0141】図11A～図11C、図12A～図12C、図13A～図13C、及び図14A～14Cは、第2の露光量分布の調整方法を説明するための図である。尚、これらの図においては、理解を容易にするため、ブラインド、濃度フィルタ、及びマスターレチクルのみを図示している。まず、図11A～図11Cについて説明する。同図は、第1の方法においても適用される濃度フィルタ、ブラインド、及びマスターレチクルの相対的な位置関係の一般的な例を示す図である。

【0142】図11Aは第1のショット領域を露光するときの濃度フィルタとマスターレチクルとの相対的な位置を示す図であり、図11Bは第1のショット領域に隣接した第2のショット領域を露光するときの濃度フィルタとマスターレチクルとの相対的な位置を示す図であり、図11Cは図11A、図11Bに示す状態で露光が行われた場合に露光された領域における露光量分布を示す図である。

【0143】図11A～図11Cにおいて、図1に示した部材と同一の部材には同一の符号が付してある。つまり、図11A、図11Bにおいて、F1、F2は濃度フィルタ、111A、111Bはブラインド、R1、R2はマスターレチクルである。尚、図11A、図11Bにおいては、投影光学系3の光軸AXを中心として濃度フィルタF1、F2、ブラインド111A、111B、及びマスターレチクルR1、R2を図示しており、理解を容易にするために光軸AXを折り曲げず直線的に示して



いる。また、図1では、光軸AXに沿って、ブラインド111A、111B、濃度フィルタFj、及びレチクルRiの順に配列されているが、図11A、図11Bにおいては、理解を容易にするため、濃度フィルタF1、F2とブラインド111A、111Bの配列順序を入れ替えて図示している。また、マスターレチクルR1、R2に関しては、マスターレチクルR1、R2に形成されたパターンの位置を特定するため、図11A～図11Cに示した位置に応じた番号を付している。尚、パターン位置を特定する場合には、以下パターン「1」、パターン「2」等のように記す。

【0144】まず、図11Aを参照して第1のショット領域に対して露光を行う場合について説明する。図11Aにおいて、濃度フィルタF1に入射する露光光ILは、光軸AXに垂直な面内において均一な露光量分布を有するが、濃度フィルタF1に入射すると、減光部123において減光されるため、濃度フィルタF1を通過した後は符号PF1を付した露光量分布となる。尚、図11A～図11Cにおいて露光量分布を示す場合には、光軸AX軸に平行な方向に露光量を示す軸をとっている。

【0145】濃度フィルタF1を通過した露光光はブラインド111A、111Bに入射することにより所定の形状に整形される。図11Aに示した例ではマスターレチクルR1に形成されたパターン「1」からパターン「11」までを照明する形状に整形される。ブラインド111A、111Bを通過した露光光がマスターレチクルR1に入射すると、符号Im1を付して示したように各々パターンの形状を反映した像が出射される。尚、この像Im1の露光量分布は、符号PF11を付したものとなる。つまり、透光部122を通過した露光光は一定の露光量分布であるが、減光部123を通過した露光光はパターン「7」からパターン「11」にかけて直線的に減衰する露光量分布となる。

【0146】また、図11Bには、第2のショット領域に対して露光を行う場合について図示している。図11Bに示したように、濃度フィルタF2を通過した後は符号PF2を付した露光量分布となる。尚、図11A及び図11Bにおいては理解を容易にするため、露光量分布PF1と露光量分布PF2とは同一の分布として図示している。

【0147】第2のショット領域に対して露光を行う場合のブラインド111A、111Bの位置は第1のショット領域を露光する場合のブラインド111A、111Bの位置とは異なる位置に配置される。つまり、ブラインド111A、111Bは、マスターレチクルR2のパターン「7」からパターン「17」までを照明する形状に露光光を整形する。

【0148】ブラインド111A、111Bを通過した露光光がマスターレチクルR2に入射すると、符号Im2を付して示したように各々パターンの形状を反映した

像が出射される。尚、この像Im2の露光量分布は、符号PF12を付したものとなる。つまり、透光部122を通過した露光光は一定の露光量分布であるが、減光部123を通過した露光光はパターン「11」からパターン「7」にかけて直線的に減衰する露光量分布となる。

【0149】図11Aに示した像Im1と図11Bに示した像Im2は、図11Cに示した位置関係で画面継ぎが行われる。つまり、パターン「7」からパターン「11」の像が重ね合わされて、重合部（第1重合部）に露光転写される。このようにして露光されると、理論的には図11C中で符号PF13を付したように、該重合部の露光量が該重合部以外の部分の露光量と等しくなる。尚、図11Cにおいて、第1のショット領域の露光位置と第2のショット領域の露光位置との距離をステップピッチSP1と称する。つまり、ステップピッチSP1は、第1のショット領域を露光した後、第2のショット領域を露光位置までに移動させる距離である。図11A～図11C、図12A～図12C、図13A～図13C、及び図14A～図14Cに示した例では、ステップピッチSP1を21mmつまり21000μmに設定している。

【0150】尚、この実施形態において、「重合部」とは基板4上でショット領域の周辺部が重ね合わされる部分（第1重合部）、基板4上で濃度フィルタFjの減光部123の像が重ね合わされる部分（第2重合部）、又は基板4上でマスターレチクルのパターンの像が重ね合わされる部分をいい、以上の説明では、これらは一致していたので、特に区別していない。しかし、以下の説明では、これらは一致しないことがあるので、単に「重合部」という場合には主として基板4上でショット領域の周辺部が重ね合わされる部分をいうものとし、これと区別するために、基板4上で濃度フィルタFjの減光部123の像が重ね合わされる部分を「減光像重合部」といい、基板4上でマスターレチクルのパターンの像が重ね合わされる部分を「パターン像重合部」という場合がある。

【0151】次に、図12A～図12C、図13A～図13C、及び図14A～図14Cを参照して第2の露光量分布の調整方法について説明する。以下に説明する第2の方法は、濃度フィルタによって規定されるエネルギービームの分布と、転写すべきパターンとの相対位置を変化させることにより、ショットの周辺部が重ね合わされる重合部での露光量を調整する方法である。より具体的には、濃度フィルタとマスターレチクルとの相対的な位置を変化させて、減光像重複部の幅を変化させることにより、重合部における露光量を調整するものである。以下の説明では、重合部及び減光像重合部の幅が1mm、即ち1000μmである場合を例にあげて説明する。

【0152】かかる場合、減光像重合部の幅が10μm



変化すると露光量が1%の割合で変化する点に留意すべきである。即ち、 $100\%/1000\mu\text{m}=1\%/10\mu\text{m}$ である。尚、図12A～図12C、図13A～図13C、及び図14A～図14Cを用いた説明において、マスターレチクルR1、R2を移動させているが、この場合にはマスターレチクルR1、R2の移動に合わせて基板4も移動する点に注意すべきである。この場合に基板4の移動量は、マスターレチクルR1、R2の移動量の $1/\beta$ 倍( $\beta$ は投影光学系4の縮小率)である。

【0153】図12A～図12Cは、減光像重合部の幅を減少させて、重合部の露光量を減少させる場合の濃度フィルタ、ブラインド、及びマスターレチクルの相対的な位置関係の例を示す図である。尚、以下の説明では便宜のため、濃度フィルタF1、F2の位置を変えずにブラインド111A、111B及びマスターレチクルR1、R2の位置を変化させて濃度フィルタF1、F2とマスターレチクルR1、R2の相対位置を変化させる場合について説明するが、マスターレチクルR1、R2を移動させずに濃度フィルタF1、F2の位置を変えて相対位置を変えることもできる。

【0154】いま、重合部における露光量を1%だけ少なくしたい場合には、減光像重合部の幅を $10\mu\text{m}$ だけ狭くすればよい。このため、基板4上において第2のショット領域の露光を行う際に、第1のショット領域の露光位置から $21000\mu\text{m}+10\mu\text{m}=21010\mu\text{m}$ だけ基板4をステップさせる。

【0155】また、図11Aと図12Aとの対比からもわかるように、ブラインド111A及びマスターレチクルR1を図12A中D1方向へ、マスターレチクルR1に形成された1パターン分移動する。よって、マスターレチクルR1のパターン「1」が図11Aに示したマスターレチクルR1のパターン「2」の位置へ移動したことになる。いま、重合部の幅を $10\mu\text{m}$ だけ狭くする場合を考えているので、マスターレチクルR1の移動量は、基板4上に換算して $5\mu\text{m}$ であればよい。つまり投影光学系4の縮小率を $\beta$ とすると、 $5\cdot\beta\mu\text{m}$ だけ重合部がある方向、即ち図12A中のD1方向へ移動させればよい。図12Aにおいては、ブラインド111Aのみが移動したことにより、マスターレチクルR1に対する照明領域も図11Aの場合と比べ狭くなっている。図12Aに示すように、かかる場合にはパターン「1」～パターン「10」の像Im3が形成される。

【0156】第1のショット領域を露光した後、前述したように基板4を $21010\mu\text{m}$ だけ移動させ、第2のショット領域を露光位置へ位置合わせする。また、ブラインド111BとマスターレチクルR2を、図11Bに示した位置に対して重合部がある方向、即ち図12B中のD2方向へ $5\cdot\beta\mu\text{m}$ だけ移動させる。図12Bに示すように、かかる場合にはパターン「8」～パターン「17」のみの像Im4が形成される。

【0157】図12Aに示した像Im3と図12Bに示した像Im4は、図12Cに示した位置関係で画面継ぎが行われる。つまり、パターン「8」からパターン「10」の像が重合部に露光される。即ち、基板4のステップピッチSP1を $SP1+SP2=21000\mu\text{m}+10\mu\text{m}=21010\mu\text{m}$ とし、マスターレチクルR1、R2を図11A～図11Cに示した場合に比べ、D1方向及びD2方向へそれぞれ移動させて露光を行うことにより、重合部における露光量を減少させている。図12Cに示すように、重合部における露光量の分布は、分布PF23となる。

【0158】図13A～図13Cは、減光像重合部の幅を増加させることより重合部の露光量を増加させる場合の濃度フィルタ、ブラインド、及びマスターレチクルの相対的な位置関係の例を示す図である。尚、図12A～図12Cの場合と同様に、マスターレチクルR1、R2を移動させずに濃度フィルタF1、F2の位置を変えて相対位置を変えることもできる。

【0159】いま、重合部における露光量を1%だけ多くしたい場合には、重合部の幅を $10\mu\text{m}$ だけ広くすればよい。このため、基板4上において第2のショット領域の露光を行う際に、第1のショット領域の露光位置から $21000\mu\text{m}-10\mu\text{m}=20990\mu\text{m}$ だけ基板4をステップさせる。

【0160】また、図13Aに示したように、ブラインド111A及びブラインド111B並びにマスターレチクルR1を図中D3方向へ、マスターレチクルR1に形成された1パターン分、即ち $5\cdot\beta\mu\text{m}$ だけ移動する。図13Aでは、ブラインド111A及びブラインド111Bが移動しているため、マスターレチクルR1に対する照明領域は図11Aの場合と同一である。図13Aに示すように、かかる場合にはパターン「1」～パターン「11」の像Im5が形成される。

【0161】第1のショット領域を露光した後、前述したように基板4を $20990\mu\text{m}$ だけ移動させ、第2のショット領域を露光位置へ位置合わせする。また、ブラインド111A、111BとマスターレチクルR2を図11Bに示した位置から重合部がない方向、即ち図13B中のD4方向へ $5\cdot\beta\mu\text{m}$ だけ移動させる。図13Bに示すように、かかる場合にはパターン「7」～パターン「17」の像Im6が形成される。

【0162】これらの像Im5及び像Im6は、図11A～図11Cに示した像Im1及び像Im2とそれぞれ同様の像であるが、露光量分布及び基板4上において結像される位置が異なる。例えば、図13A中の像Im5と図11A中の像Im1とを比較すると、像Im1はパターン「1」の像からパターン「6」の像までが一定の露光量分布となっているが、像Im5はパターン「1」の像からパターン「7」の像までが一定の露光量分布であって、一定の露光量分布となっている箇所が像Im1

の場合と比べ1パターン分長い。

【0163】また、像Im1はパターン「7」の像からパターン「11」の像までが線形的に減衰する露光量分布であり、パターン「11」の像の端部で露光量がなだらかに0となっているのに対し、像Im5はパターン「8」の像からパターン「11」の像までが線形的に減衰しており、この分布を有する区間が像Im1と比べ1パターン分短い。しかも、パターン「11」の像の端部で露光量がある値から急峻に0となっている点も異なる。

【0164】図13Aに示した像Im5と図13Bに示した像Im6は、図13Cに示した位置関係で画面縫ぎが行われる。つまり、パターン「7」からパターン「11」の像が重合部に露光される。即ち、基板4のステップピッチSP1を $SP1-SP3=21000\mu m-10\mu m=20990\mu m$ とし、マスターレチクルR1、R2を図11A～図11Cに示した場合に比べ、D3方向及びD4方向へそれぞれ移動させて露光を行うことにより、重合部における露光量を増加させている。

【0165】図13Cにおいて、像Im5の分布PF31と像Im6の分布PF32の重合部における露光量が増加しているため、重合部の露光量の分布は、分布PF33となる。

【0166】尚、図13A及び図13Bに示すように、ブラインド111A、111Bによって濃度フィルタF1、F2の減光部123の一部を遮光しているが、これはマスクの対応する部分にパターンが存在しないためである。その結果、図13Cでは、減光像重複部の幅は変化していないように見えるが、ブラインド111A、111B等の遮光物がないとした場合には、減光像重複部の幅は変化（拡大）している。本願明細書中において、「減光像重複部（第2重合部）の幅を変化させる」とはこの意味であり、露光光の光路中に存在する遮光物（ブラインドやマスクの遮光帯等）の有無とは無関係である。

【0167】図13A～図13Cに示した方法で重合部における露光量を増加させる場合、図13Aに示したようにパターン「11」の端部における露光量の分布PF31が急峻に変化するとともに、図13Bに示したようにパターン「7」の端部における露光量の分布PF33が急峻に変化している。かかる急峻な変化がある場合、当該箇所形成されるパターンの線幅も急峻に変化する可能性が考えられる。次に、この問題を解決する方法について説明する。

【0168】図14A～図14Cは、減光像重合部の幅を増加させることにより重合部の露光量を増加させる場合の濃度フィルタ、ブラインド、及びマスターレチクルの相対的な位置関係の変形例を示す図である。尚、図12A～図12C及び図13A～図13Cの場合と同様に、マスターレチクルR1、R2を移動させずに濃度フ

ィルタF1、F2の位置を変えて相対位置を変えることもできる。

【0169】図13Aにおいては、ブラインド111Aとブラインド111Bとを共に移動させていたが、図14Aではブラインド111Aのみを図中D3方向に移動させている点異なる。ブラインド111Bを移動させないため、図13Aでは得られなかったパターン「12」の像を含んだ像Im7が得られる。この場合において、パターン「12」の端部においてなだらかに0となる露光量分布PF41が得られる。また、図13Bにおいてもブラインド111Aとブラインド111Bとを共に移動させていたが、図14Bではブラインド111Bのみを図中D4方向に移動させている点異なる。ブラインド111Aを移動させないため、図13Bでは得られなかったパターン「6」の像を含んだ像Im8が得られ、パターン「6」の端部においてなだらかに0となる露光量分布PF42が得られる。

【0170】図14Aに示した像Im7と図14Bに示した像Im8は、図14Cに示した位置関係で画面縫ぎが行われる。つまり、パターン「6」からパターン「12」の像が重合部に露光される。即ち、基板4のステップピッチSP1は図13A～図13Cの場合と同様に $SP1-SP3$ であり、マスターレチクルR1、R2の移動量も図13A～図13Cの場合と同様であるが、マスターレチクルR1、R2に描画されているパターンが、重合部がある方向に延長ないし拡張されており、図14Aにおいてブラインド111Bを移動させず、図14Bにおいてブラインド111Aを移動させないことによって、重合部の幅を広げている。この場合には、重合部における露光量の分布は、分布PF43となり、図14Cの露光量分布PF33に比べなだらかに変化しており、線幅の急峻な変化を抑えることができる。

【0171】尚、以上説明した第2の方法のみを用いて重合部の露光量を調整することができるが、上述した第1の方法で最適化された濃度フィルタを用いて、さらにこの第2の方法により重合部の露光量を調整するようにしてもよい。また、図11A～図11C、図12A～図12C、図13A～図13C、及び図14A～図14Cでは、理解を容易にするため2つのショット領域のみの画面縫ぎを行う際の露光量の調整について説明したが、3つ以上のショット領域の画面縫ぎを行う場合や、二次元の画面縫ぎを行う場合にも本発明を適用することができる。尚、二次元画面縫ぎを行う場合は、一次元画面縫ぎ部と二次元画面縫ぎ部の最適露光量補正値を予め求めておき、その最適補正値の平均値、もしくは一次元、二次元画面縫ぎ部のどちらかに重み付けをした平均値にて補正するのが望ましい。

【0172】また、以上説明した第2の方法では、濃度フィルタF1、F2、ブラインド111A、111B、及びマスターレチクルR1、R2の相対位置を変化させ

て重合部における露光量を調整していたが、これは濃度フィルタによって形成される、ある分布をもった露光量をレチクルに対して相対的に移動させることにより露光量を調整するという技術的思想を具現化した1つに過ぎない。よって、この技術的思想を具現化するために、濃度フィルタF1、F2、ブラインド111A、111B、及びマスターレチクルR1、R2の相対位置を変化させずに、濃度フィルタF1、F2からマスターレチクルR1、R2に至る光学系の光学特性、例えば倍率を変化させることによっても実現することができる。この場合には、図1において濃度フィルタFjとマスターレチクルRiとの間に配置されたコンデンサレンズ113、結像用レンズ系114、及び主コンデンサレンズ系116とからなる合成系の倍率を変えることにより、ブラインド機構110によって整形された露光光の寸法を変化させる。かかる場合、レチクルRiに対して濃度フィルタFjを通過して得られる傾斜分布を有する露光光をマスターレチクルRjに対して相対的に移動させることができ、その結果、濃度フィルタFjをマスターレチクルRiに対して相対的に移動させた場合と同様の効果が得られる。また、第2の方法においても、図1に示したフィルタライブラリ16aに格納されている濃度フィルタから例えば減光特性が1%高い又は1%低い濃度フィルタを選択して用いることによっても重合部における露光量を調整することができる。

【0173】また、つなぎ部の露光量調整でつなぎ部の線幅精度を向上させるだけでなく、低感度レジストの使用や照明パワー低減によって、露光時間を長くして、露光中のステージ振動の影響を低減し、つなぎ部線幅精度を向上させることもできる。

【0174】次に、本実施形態においては、減光手段として濃度フィルタFjを用いた場合を例に挙げて説明したが、例えば、上述した第2の方法では、濃度フィルタ以外に減光する手段を用いることができる。例えば、図15に示すようなブラインド機構BLにより濃度フィルタと同様の機能を達成することもできる。図15は、傾斜分布を形成する設定装置の他の例を示す図である。

【0175】このブラインド機構BLは、図1に示したレチクルブラインド機構110と基本的に同様の構成を有しており、4枚の可動式のブラインド127A~127D及びその駆動機構（不図示）を備えて構成されている。これら4枚のブラインド127A~127Dをそれぞれ適宜な位置に設定することにより、各ブラインド127A~127Dの先端縁128A~128Dによって、投影光学系3の視野内の略中央で矩形形状の照明視野領域が形成される。

【0176】この照明視野領域は、基本的にショット領域に対応する大きさに設定される。露光中において、これらの4枚のブラインド127A~127Dのうちの1又は複数を、照明光の光路に対して進出又は退去するよ

うに所定の速度で連続的に移動することにより、ブラインド127A~127Dの先端縁128A~128Dの移動した領域の透過光量を傾斜的に設定することができる。

【0177】各ショットの画面継ぎ部に対応する部分でブラインド127A~127Dを全体的にあるいは選択的に移動することにより、該画面継ぎ部における露光量を外側に行くに従って傾斜的に減少させることができ、これにより濃度フィルタと同様の機能が実現される。この減光用ブラインド機構BLは、各ブラインド127A~127Dの駆動機構が必要である点で濃度フィルタに対して構成がやや複雑化するが、濃度フィルタのようにショットに応じて複数のものを準備し、取り換える必要がなく、単一の機構で柔軟に対応できる点で優れている。

【0178】尚、上述した実施形態では、複数のマスターレチクルRiを用いて、ブランクス4上に順次パターンを画面継ぎを行いながら転写するようにしたレチクル露光装置について説明しているが、このようにして製造されたあるいは別の方法により製造された複数のワーキングマスクを用いて、デバイス基板上に順次パターンを画面継ぎを行いながら転写するようにしたデバイス露光装置（例えば、液晶表示素子の製造用の露光装置）についても同様に適用することができる。

【0179】また、上述した実施形態における投影露光装置は、各ショットについて一括露光を順次繰り返すようにした一括露光型であるが、各ショットについて走査露光を順次繰り返すようにした走査露光型にも適用することができる。この場合において、減光手段として濃度フィルタを採用する場合には、上述した一括露光型の露光装置と同様に、上下左右に制限なく画面継ぎを行うことが可能であるが、設定装置としてブラインド機構を採用する場合には、ブラインドの姿勢等に特別の設定が必要である。例えば、走査方向に直交する方向に画面継ぎを行う場合には、4枚のブラインドのうち、走査方向に直交する方向に対向する一対のブラインドの先端縁の姿勢を走査方向に対して傾斜させた状態で走査露光を行う。

【0180】さらに、前述の実施形態では微小開口54を有する照度分布検出センサ126を用いて露光光ILの強度分布を検出するものとしたが、例えばラインセンサ、あるいは一次元または二次元のCCDなどを用いて露光光ILを検出して強度分布の計測時間の短縮を図るようにしてもよい。また、前述の実施形態では濃度フィルタFjを照明光学系内に設けるものとしたが、例えばレチクルに近接して配置してもよいし、あるいは投影光学系3がレチクルパターンの中間像（一次像）を形成するときはその中間像の形成面またはその近傍に配置しても構わない。なお、オブチカル・インテグレータ106としてロッドインテグレータ（内面反射型インテグレー

タ)を用いる場合、例えばレチクルのパターン形成面とほぼ共役に配置されるロットインテグレータの射出面に近接して濃度フィルタを配置してもよい。

【0181】さらに、前述の実施形態では基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービーム I L で露光するとき、各領域内ないしはその複数の領域の全面でパターン（転写像）の線幅などの均一性または制御精度を向上させるものとしたが、本発明は必ずしもこの目的を達成する必要はなく、単に各領域内ないしはその複数の領域の全面で露光量の制御精度を向上させるだけでも構わない。即ち、各領域内または複数の領域の全面で露光量分布を均一化する、あるいは各領域内または複数の領域の各点で露光量をそれぞれ対応する目標値（適正露光量）とほぼ一致させるだけでもよい。なお、例えば基板上でのフォトリソの塗布むらなどに起因して、同一の基板上であってもその位置に応じて適正露光量が異なることがあり、基板上での位置に応じて露光量を変化させるようになっている。そこで、前述の実施形態のように基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光するステップ・アンド・スティッチ方式であっても、基板上での位置に応じて適正露光量が異なるときは、その複数の領域で露光量を部分的に変化させるようにし、その複数の領域の各点で露光量をそれぞれ対応する適正露光量とほぼ一致させてもよい。このとき、1つの領域内で露光量を部分的に異ならせてもよいし、あるいは領域毎に露光量を異ならせるようにしてもよい。

【0182】なお、上述した実施の形態では、ショット領域の形状は矩形状としているが、必ずしも矩形状である必要はなく、例えば、五角形、六角形、その他の多角形とすることができる。また、各ショットが同一形状である必要もなく、異なる形状や大きさとする事ができる。さらに、画面縫ぎが行われる部分の形状も、長方形である必要はなく、ジグザグ帯状、蛇行帯状、その他の形状とすることができる。また、本願明細書中における「画面縫ぎ」とは、パターン同士をつなぎ合わせるもののみならず、パターンとパターンとを所望の位置関係で配置することをも含む意味である。

【0183】ワーキングレチクル 34 に形成するデバイスパターンを拡大したデバイスパターンを要素パターン毎に分ける、例えば密集パターンと孤立パターンとに分けてマスターレチクルに形成し、基板 4 上での親パターン同士のつなぎ部をなくす、あるいは減らすようにしてもよい。この場合、ワーキングレチクルのデバイスパターンによっては、1枚のマスターレチクルの親パターンを基板 4 上の複数の領域にそれぞれ転写することもあるので、ワーキングレチクルの製造に使用するマスターレチクルの枚数を減らすことができる。又は、その拡大したパターンを機能ブロック単位で分ける、例えば C P U、D R A M、S R A M、A/D コンバータ、D/A コ

ンバータをそれぞれ 1 単位として、少なくとも 1 つの機能ブロックを、複数のマスターレチクルにそれぞれ形成するようにしてもよい。

【0184】上述した実施形態では露光用照明光として波長が 193 nm の A r F エキシマレーザ光としているが、それ以上の紫外光、例えば g 線、i 線、及び K r F エキシマレーザなどの遠紫外 (D U V) 光、及び F<sub>2</sub> レーザ (波長 157 nm)、A r<sub>2</sub> レーザ (波長 126 nm) などの真空紫外 (V U V) 光を用いることができる。F<sub>2</sub> レーザを光源とする露光装置では、例えば投影光学系として反射屈折光学系が採用されるときに、照明光学系や投影光学系に使われる屈折光学部材 (レンズエレメント) は全て蛍石とされ、かつレーザ光源、照明光学系、及び投影光学系内の空気は、例えばヘリウムガスで置換されるときに、照明光学系と投影光学系との間、及び投影光学系と基板との間などもヘリウムガスで満たされる。

【0185】また、F<sub>2</sub> レーザを用いる露光装置では、レチクルや濃度フィルタは、蛍石、フッ素がドーパされた合成石英、フッ化マグネシウム、L i F、L a F<sub>3</sub>、リチウム・カルシウム・アルミニウム・フロライド (ライカフ結晶) 又は水晶等から製造されたものが使用される。

【0186】尚、エキシマレーザの代わりに、例えば波長 248 nm、193 nm、157 nm のいずれかに発振スペクトルを持つ Y A G レーザなどの固体レーザの高調波を用いるようにしてもよい。

【0187】また、D F B 半導体レーザ又はファイバーレーザから発振される赤外域、又は可視域の単一波長レーザを、例えばエルビウム (又はエルビウムとイットリビウムの両方) がドーパされたファイバーアンプで増幅し、非線形光学結晶を用いて紫外光に波長変換した高調波を用いてもよい。

【0188】例えば、単一波長レーザの発振波長を 1.51 ~ 1.59 μm の範囲内とすると、発生波長が 189 ~ 199 nm の範囲内である 8 倍高調波、又は発生波長が 151 ~ 159 nm の範囲内である 10 倍高調波が出力される。特に発振波長を 1.544 ~ 1.553 μm の範囲内とすると、193 ~ 194 nm の範囲内の 8 倍高調波、即ち A r F エキシマレーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られ、発振波長を 1.57 ~ 1.58 μm の範囲内とすると、157 ~ 158 nm の範囲内の 10 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。

【0189】また、発振波長を 1.03 ~ 1.12 μm の範囲内とすると、発生波長が 147 ~ 160 nm の範囲内である 7 倍高調波が出力され、特に発振波長を 1.099 ~ 1.106 μm の範囲内とすると、発生波長が 157 ~ 158 nm の範囲内の 7 倍高調波、即ち F<sub>2</sub> レーザとほぼ同一波長となる紫外光が得られる。尚、単

一波長発振レーザとしてはイットリビウム・ドープ・ファイバーレーザを用いる。また、レーザプラズマ光源、又はSORから発生する軟X線領域、例えば波長13.4nm、又は11.5nmのEUV (Extreme Ultra Violet) 光を用いるようにしてもよい。

【0190】投影光学系は縮小系だけでなく等倍系、又は拡大系（例えば、液晶ディスプレイ又はプラズマディスプレイ製造用露光装置など）を用いてもよい。更に投影光学系は、反射光学系、屈折光学系、及び反射屈折光学系のいずれを用いてもよい。

【0191】さらに、フォトマスクや半導体素子の製造に用いられる露光装置だけでなく、液晶表示素子などを含むディスプレイの製造に用いられる、デバイスパターンをガラスプレート上に転写する露光装置、薄膜磁気ヘッドの製造に用いられる、デバイスパターンをセラミックウエハ上に転写する露光装置、撮像素子（CCDなど）、マイクロマシン、及びDNAチップなどの製造に用いられる露光装置等にも本発明を適用することができる。なお、本発明が適用される露光装置は、基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光するステップ・アンド・ステッチ方式を採用可能であればよく、例えばステップ・アンド・リピート方式またはステップ・アンド・スキャン方式との切替が可能であってもよい。即ち、ステップ・アンド・ステッチ方式では濃度フィルタを露光光の光路中に配置し、それ以外の方式では濃度フィルタを光路外に退出させる、あるいはそれに加えてブラインド111とは別の視野絞りを光路中に配置して、基板の露光を実行してもよい。このとき、基板を保持するホルダの交換を併せて実行してもよい。これにより、レチクルの製造に用いられる露光装置をデバイス製造用として使用することも可能となる。

【0192】フォトマスク（ワーキングレチクル）の製造以外に用いられる露光装置では、デバイスパターンが転写される被露光基板（デバイス基板）が真空吸着又は静電吸着などによって基板ステージ6上に保持される。ところで、EUV光を用いる露光装置では反射型マスクが用いられ、プロキシミティ方式のX線露光装置、又は電子線露光装置などでは透過型マスク（ステンシルマスク、メンブレンマスク）が用いられるので、マスクの原版としてはシリコンウエハなどが用いられる。

【0193】複数のレンズから構成される照明光学系、投影光学系を露光装置本体に組み込み光学調整をするとともに、多数の機械部品からなるレチクルステージや基板ステージを露光装置本体に取り付けて配線や配管を接続し、さらに総合調整（電気調整、動作確認等）をすることにより本実施形態の露光装置を製造することができる。尚、露光装置の製造は温度およびクリーン度等が管理されたクリーンルーム内で行うことが望ましい。

【0194】半導体デバイスは、デバイスの機能・性能設計を行うステップ、この設計ステップに基づいて、上述した実施形態の露光装置によりワーキングレチクルを製造するステップ、シリコン材料からウエハを製造するステップ、上述した実施形態の露光装置等によりレチクルのパターンをウエハに露光転写するステップ、デバイス組み立てステップ（ダイシング工程、ボンディング工程、パッケージ工程を含む）、検査ステップ等を経て製造される。

【0195】尚、本発明は、上述した各実施形態に限定されるものではなく、本発明の範囲内で種々に改変することができることは言うまでもない。

【0196】

【発明の効果】本発明によると、重なる複数の領域を露光する際に、第1の分布を有するエネルギー量で感応物体を露光するとともに露光時における周辺部の露光量分布を計測し、実際に計測して得られた露光量分布に基づいて周辺部での露光量が目標値となる第2分布を決定しているので、例えば重合部と重合部以外の部分とで線幅やピッチが等しいパターンを転写するとき、露光時にフレアー等の影響があったとしても重合部と重合部以外の部分の露光量を等しくすることができる。よって、重合部に形成されるパターンの線幅と重合部以外の部分に形成されるパターンの線幅とを等しくすることができ、その結果微細なパターンを精度よく形成することができるという効果がある。即ち、基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光するとき、各領域内またはその複数の領域の全面でパターン（転写像）の線幅などの均一性または制御精度を向上させることが可能となっている。さらに、この効果に加えて、あるいは単独で、各領域ないしはその複数の領域の全面で露光量の制御精度を向上させることができるという効果がある。

【0197】また、本発明によると、エネルギー量又はその積算値の分布を計測する際に、遮光板の反射の影響を無くし、実際に感応基板が露光されている状態に近い状態でエネルギー量又はその積算値の分布を計測し、又は露光量分布を求める際に反射率の差異を考慮して補正しているので、例えば重合部とこれ以外の部分とで適正露光量が同一であるとき、より高い精度で重合部の露光量を重合部以外の露光量と等しくすることができるという効果がある。即ち、基板上で周辺部が部分的に重なる複数の領域をそれぞれエネルギービームで露光するとき、各領域ないしはその複数の領域の全面で露光量分布を均一化したり、あるいは各領域またはその複数の領域で露光量をそれぞれ対応する目標値とほぼ一致させることが可能となっている。

【0198】また、本発明によると、マスクに対する濃度フィルタの位置を変更するだけ、又は光学系の倍率を変更するだけで重合部の露光量を容易に調整することが



できるという効果がある。また、単に濃度フィルタの位置を変更するだけであるので処理に時間を必要とせず、その結果スループットを向上することができるという効果も得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の実施形態に係る露光装置の概略構成を示す図である。

【図 2】 濃度フィルタの構成の一例を示す上面図である。

【図 3】 本発明の実施形態による露光装置が備える濃度フィルタの構成を示す図である。

【図 4】 マスターレチクルの親パターンの縮小像を基板上に投影する場合を示す要部斜視図である。

【図 5】 照度分布検出センサの構成を示す図である。

【図 6】 マスターレチクルを用いてレチクル（ワーキングレチクル）を製造する際の製造工程を説明するための図である。

【図 7】 レチクルのアライメント機構を示す図である。

【図 8】 重合部及び重合部以外の部分における露光量分布の一例を示す図である。

【図 9】 適正露光量からの露光量のずれ量と線幅誤差との関係の例を示す図である。

【図 10】 第 1 の露光量分布の調整方法を示すフロー

チャートである。

【図 11】 第 2 の露光量分布の調整方法を説明するための図である。

【図 12】 第 2 の露光量分布の調整方法を説明するための図である。

【図 13】 第 2 の露光量分布の調整方法を説明するための図である。

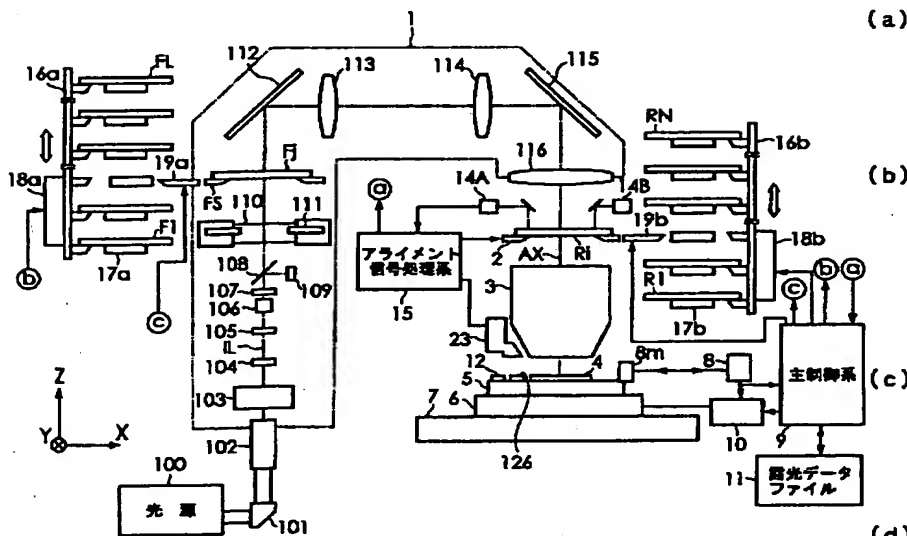
【図 14】 第 2 の露光量分布の調整方法を説明するための図である。

【図 15】 傾斜分布を形成する設定手段の他の例を示す図である。

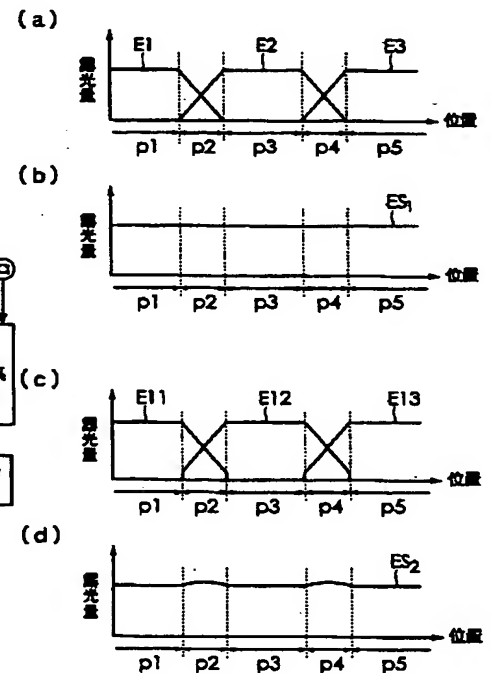
【符号の説明】

- 4… 基板（感応物体）
- 5 5… 遮光板
- 5 6… 光電センサ（光検出部）
- 1 1 3… コンデンサレンズ
- 1 1 4… 結像用レンズ系
- 1 1 6… 主コンデンサレンズ系
- 1 2 3… 減光部（減衰部）
- 1 2 6… 照度分布検出センサ（光検出装置）
- F j… 濃度フィルタ（設定手段）
- B L… 減光用ブラインド機構（設定手段）
- R i… マスターレチクル（マスク）
- S 1～S N… ショット領域（領域）

【図 1】

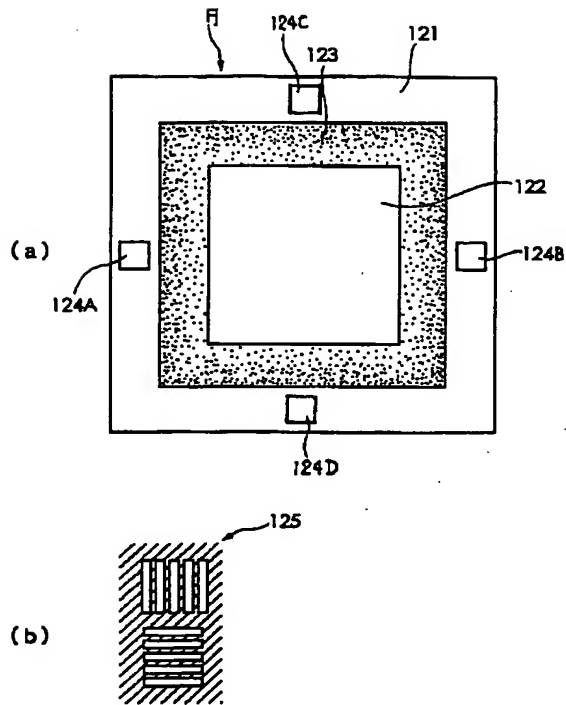


【図 8】

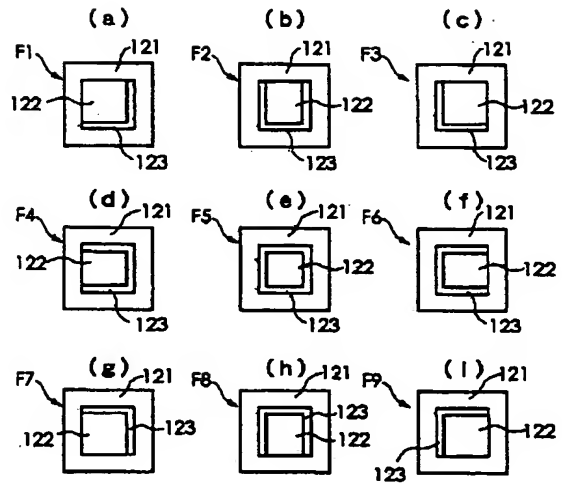




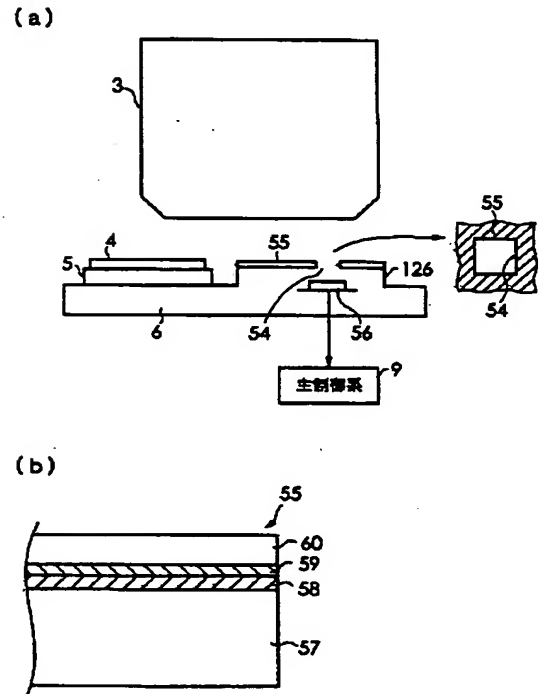
【図2】



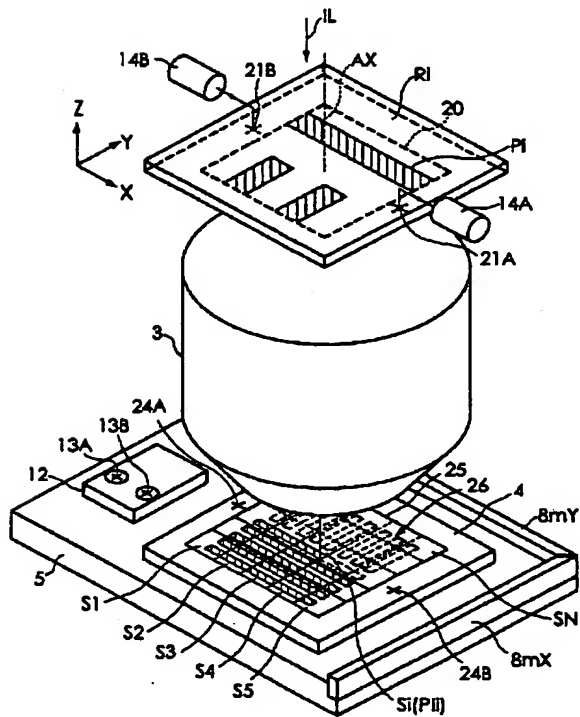
【図3】



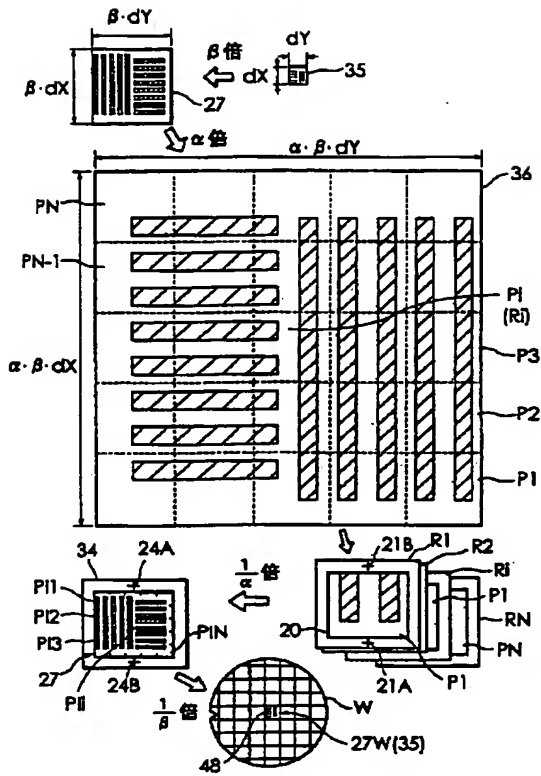
【図5】



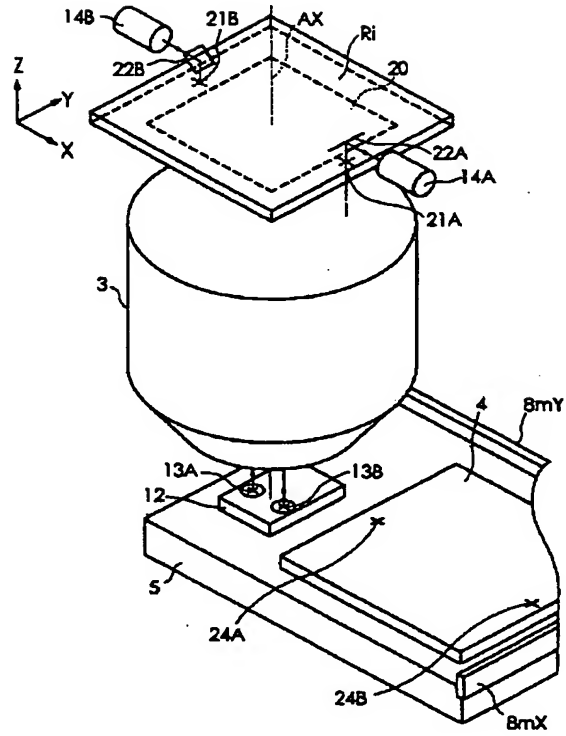
【図4】



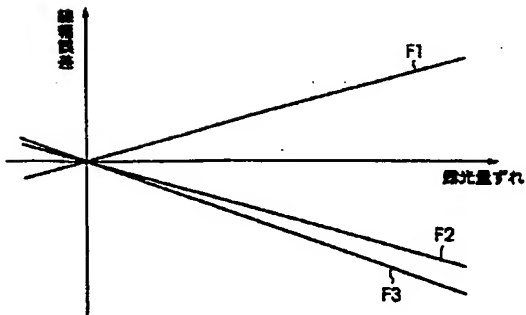
【図 6】



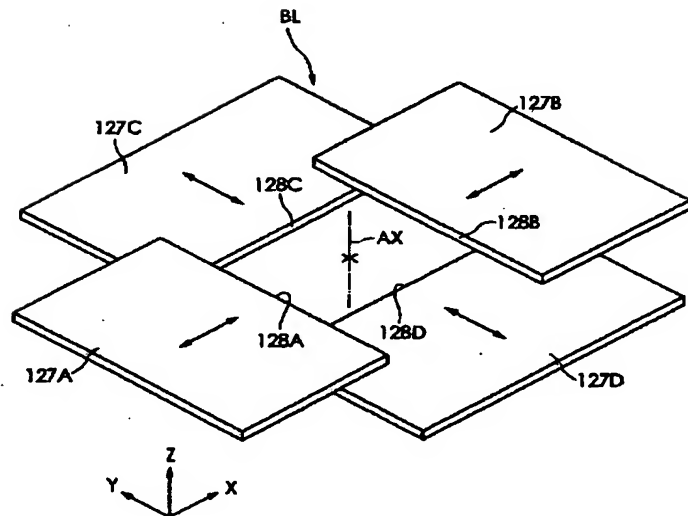
【図 7】



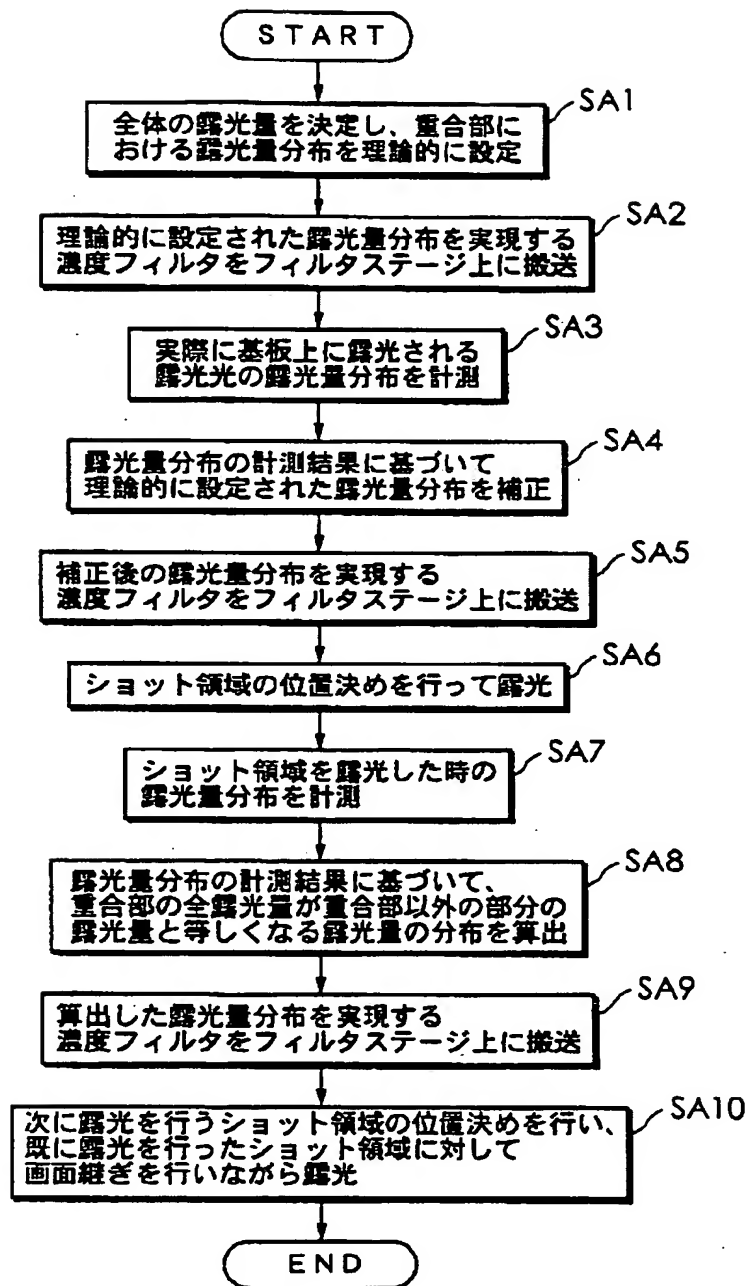
【图9】



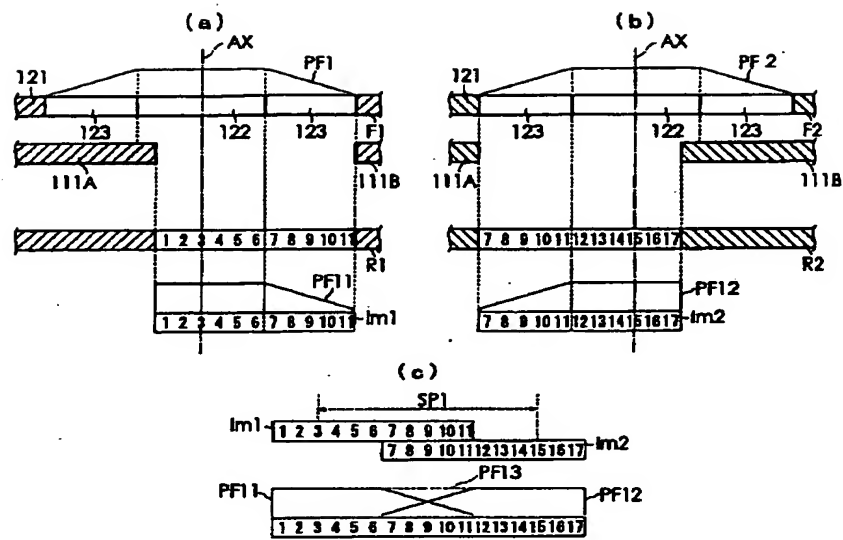
【图 15】



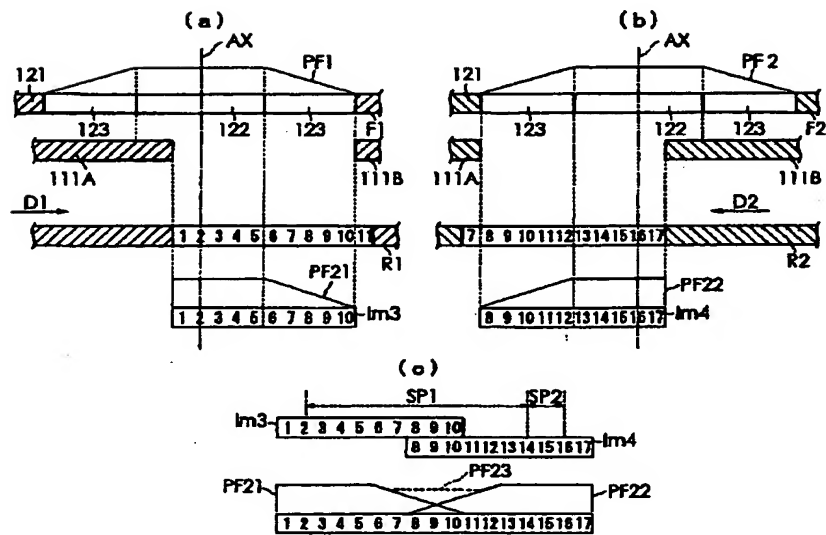
【図10】



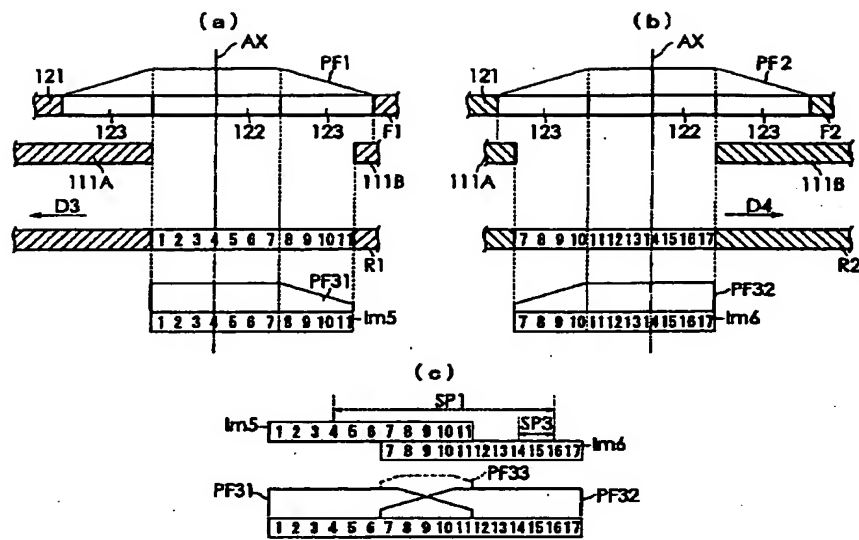
【図 11】



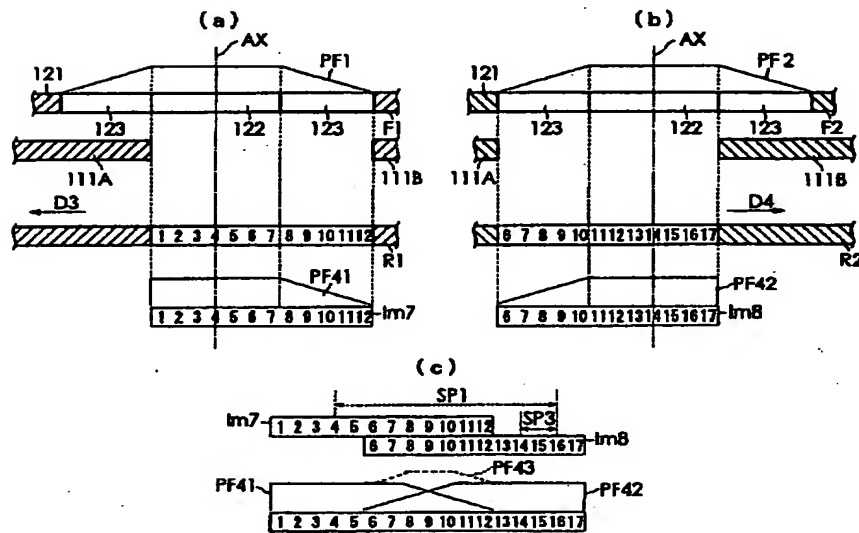
【図 12】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

識別記号

F I  
H 0 1 L 21/30

テーマコード\* (参考)

5 1 6 D



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**